



HANDBUCH

DER

PHYSIOLOGISCHEN CHEMIE.

HANDBUCH

DER

PHYSIOLOGISCHEN CHEMIE

VON

PROF. DR. C. G. LEHMANN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1854.

VORREDE.

Wir haben in dem vorliegenden Werkchen den Versuch gewagt, die positiven Thatsachen, welche für jetzt als sichres Besitzthum der physiologischen Chemie angesehen werden können, in möglich gedrängtester Form zusammenzustellen, und nur die Schlussfolgerungen zur Geltung zu bringen, welche unsern heutigen physikalischen Anschauungen nach den Stempel relativer Wahrheit an sich tragen.

Des regsten Eifers ungeachtet, mit welchem heute in so erfreulicher Weise von den verschiedensten Seiten her die physiologische Chemie cultivirt wird, und trotz mancher ausgedehnter Arbeiten und Abhandlungen über einzelne der wichtigsten Capitel dieser Disciplin sind wir doch leider zu dem Geständniss genöthigt, dass bis jetzt nur wenig unbestrittene Thatsachen, nur wenig unzweifelhafte Sätze festgestellt sind. Wir mögen daher selbst nicht entscheiden, ob der Versuch gelungen, das Gebiet der physiologischen Chemie in kurzem Abrisse darzustellen, da der festen Marken noch zu wenige, der Lücken aber unzählige

sind. Wollte man sich nicht in das Bereich der Abwägungen und Discussionen einlassen, so mussten eine Menge wichtiger Fragen wo nicht unbeachtet, doch unbeantwortet bleiben. Ist man ja doch eigentlich heute erst in der physiologischen Chemie dahin gelangt, richtige Fragen zu stellen, deren Beantwortung zum Theil selbst die nächste Zukunft noch nicht verspricht.

Ist es an sich schon schwieriger, einen Gegenstand in Kürze zu erschöpfen, als sich weitläufig über denselben zu verbreiten: so hat die eben berührte Mangelhaftigkeit unsrer physiologisch - chemischen Kenntnisse die Schwierigkeit noch vermehrt, diese Disciplin in ihren Grundzügen darzustellen. Wir hoffen daher auf Nachsicht. wo wir zu viel oder zu wenig gethan haben sollten.

Wir haben durchaus vermieden, Namen von Forschern und Autoritäten anzuführen, da solche Anführungen nur die gedrängte Kürze, die wir beabsichtigten, und die rein objective Behandlung der einzelnen Gegenstände beeinträchtigt haben würden. Deshalb haben wir auch nirgends etwa unsre eignen Untersuchungen hervorgehoben oder auf unser grössres Werk (Lehrb. der physiologischen Chemie. 3 Bde. Leipzig 1853, bei W. Engelmann) verwiesen, wohl aber überall, wo es passend schien, den vortrefflichen „Atlas der physiologischen Chemie von O. Funke. Leipzig 1853 bei W. Engelmann" citirt.

Leipzig, im Mai 1854.

C. G. Lehmann.

INHALTSVERZEICHNISS.

	Seite
Einleitung	1
Zoochemie	9
Organische Substrate des thierischen Organismus	11
Organische stickstofffreie Säuren	21
Fettsäuren	21
Flüchtige Fettsäuren	22
Feste Fettsäuren	27
Bernsteinsäuren	33
Oelige Fettsäuren	33
Benzoësäuren	35
Milchsäuren	37
Stickstofflose gepaarte Säuren	40
Stickstoffhaltige basische und indifferente Körper	42
Stickstoffhaltige gepaarte Säuren	50
Stickstofffreie Basen, Halidbasen	56
Lipoïde	60
Stickstofflose neutrale Körper, Kohlenhydrate	62
Thierische Farbstoffe	66
Histogenetische Stoffe	69
Proteïnkörper	73
Nähere Abkömmlinge der Proteïnkörper	82
Mineralsubstanzen des thierischen Körpers	85
Phlegmatochemie	95
Lehre von den thierischen Säften	97
Blut	98
Chylus	129
Lymphe	131
Transsudate	132
Milch	138

Seite

Sperma . . . 141
Eiflüssigkeiten . . . 143
Schleim . . . 146
Speichel . . . 148
Magensaft . . . 153
Galle . . . 156
Pankreatischer Saft . . . 163
Darmsaft . . . 165
Darminhalt, Erbrochenes und Excremente . . . 166
Hautsalbe . . . 175
Schweiss . . . 176
Harn . . . 178

Histochemie . . . 197

Lehre von den thierischen Geweben . . . 199
Knochengewebe . . . 200
Zahngewebe . . . 206
Knorpelgewebe . . . 207
Bindegewebe . . . 209
Elastisches Gewebe . . . 210
Horngewebe . . . 211
Haargewebe . . . 213
Contractile Faserzellen . . . 215
Muskelgewebe . . . 216
Nervengewebe . . . 219
Exsudate . . . 226

Zoochemische Processe . . . 233

Kräfte und Gesetze organischer Bewegungen . . 235
Allgemeiner Stoffwechsel . . . 242
Verdauung . . . 259
Respiration . . . 276
Ernährung . . . 297
Register . . . 317

EINLEITUNG.

Unter physiologischer Chemie begreifen wir die Lehre von den chemischen Vorgängen im lebenden Organismus; diese Disciplin wird sich daher nicht blos mit den chemischen Grundlagen lebender Organismen zu beschäftigen haben, sondern hauptsächlich mit dem gegenseitigen Aufeinanderwirken der chemischen Bestandtheile und der Einwirkung der Aussenwelt auf dieselben beim Ablaufe der eigentlichen Lebensprocesse. Begriff der physiologischen Chemie.

Wenn wir die sogenannte pathologische Chemie nicht als gesonderte Disciplin, sondern als integrirenden Bestandtheil der physiologischen Chemie betrachten, so rührt dies daher, weil sich zwischen beiden keine scharfe Grenze ziehen lässt, weil ferner die Gesetze, welche bei Erklärung der Lebenserscheinungen überhaupt ihre Anwendung finden, dieselben sind im physiologischen wie im pathologischen Zustande und die Verschiedenheit der Erscheinungen lediglich von der Verschiedenheit der äussern Bedingungen abhängt. Pathologische Chemie.

Physiologische Thierchemie und physiologische Pflanzenchemie müssen dagegen streng von einander getrennt werden, so vielfache Berührungspunkte auch beide Disciplinen mit einander haben mögen; wie die Objecte derselben, so sind Physiologische Thierchemie und Pflanzenchemie.

auch die wesentlichsten chemischen Processe, deren Ergründung das Ziel der Forschung ist, in beiden durchaus verschieden. Die nähern Beziehungen, in welche das Thierleben zum Pflanzenleben tritt, bilden ein besonderes Capitel der chemischen Zoophysiologie.

Eintheilung der physiologischen Thierchemie.

Die physiologische Thierchemie zerfällt in drei Abschnitte: die Lehre von den chemischen Substraten, die Lehre von den thierischen Säften und Geweben und die Lehre von den zoochemischen Processen. Diese Eintheilung ist keine willkührlich systematische; sie folgt vielmehr mit Nothwendigkeit aus der Natur des Sache.

Zoochemie im engern Sinne.

Den ersten Theil, gewissermaassen die Basis der gesammten physiologischen Chemie, die Lehre von den chemischen Substraten des Thierkörpers, bezeichnet man im engern Sinne des Worts als Zoochemie. Wir vermögen den Chemismus des thierischen Stoffwechsels in allen seinen Formen nicht zu verstehen, wenn wir nicht genau die Stoffe kennen, welche im Thierkörper eine Rolle spielen, d. h. ebensowohl die wesentlichen Bestandtheile derselben, als jene Stoffe, welche, von Aussen zugeführt, mit den ersteren in Wechselwirkung treten.

Zu einer gedeihlichen Bearbeitung der Zoochemie müssen zwei Gesichtspunkte festgehalten werden, nämlich der chemische und der physiologische. Ohne die genaueste Kenntniss aller chemischen Beziehungen einer Substanz ist die Beurtheilung ihres physiologischen Werthes unmöglich; allein die nackte Mittheilung aller aus der reinen Chemie entlehnten Thatsachen, welche die einzelnen zufällig im Thierkörper vorkommenden Stoffe betreffen, ist noch keine Zoochemie; denn ihr fehlt der wichtigste Gesichtspunkt, der physiologische.

Sie erörtert nicht blos die chemische Qualität, sondern auch die physiologische Bedeutung der Bestandtheile des Thierkörpers.

Die Zoochemie soll nicht ein Compendium der aus der reinen Chemie zusammengerafften Thatsachen und Lehrsätze sein; diese müssen im Gegentheil als völlig bekannt vorausgesetzt werden, wenn von einem physiologischen Verhalten derselben

die Rede sein soll. Wir übergehen daher auch in dem Folgenden jenen Theil der Zoochemie gänzlich, der nichts weiter als ein beschränktes Excerpt aus der organischen Chemie sein würde. Denn zum Studium der Zoochemie dürfen eben nicht blos jene Stoffe bekannt sein, welche zufällig Bestandtheile des thierischen Organismus sind, sondern dasselbe erfordert zugleich eine innige Vertrautheit mit der gesammten theoretischen Chemie.

Begriff des physiologischen Werths der Bestandtheile des Thierkörpers.

Jener physiologische Gesichtspunkt aber, den wir in der Zoochemie festzuhalten haben, beschränkt sich nur auf die Beziehungen, in welchen jedes einzelne Substrat zu den übrigen Bestandtheilen des thierischen Organismus während des Lebens steht; nach diesen ist der Werth des Einzelnen für das Ganze, d. h. die physiologische Function desselben zu beurtheilen. Unser Urtheil wird aber in dieser Hinsicht geleitet durch die Untersuchung des Vorkommens, des Ursprungs und des Untergangs jeder einzelnen zoochemischen Materie.

Die Lehre von den thierischen Säften und Geweben.

Durch den zweiten Hauptabschnitt der physiologischen Chemie, d. h. durch die Lehre von den thierischen Säften und Geweben (Phlegmatochemie und Histochemie) gewinnen wir bereits Data, die uns einen tiefern Blick in die thierischen Stoffbewegungen gestatten; denn gerade an den thierischen Säften und Geweben sehen wir die physiologischen Vorgänge ihren Ablauf nehmen. Beide, Gewebe wie Flüssigkeiten, sind ebensowohl Factoren als Producte des thierischen Stoffwechsels. Ihre Erforschung ist aber mit weit grössern Schwierigkeiten verbunden, als die der zoochemischen Substrate. Eine der bedeutendsten Schwierigkeiten liegt darin, dass wir es hier meistens mit complicirten, mechanischen Gemengen zu thun haben, deren Trennung oft noch ausser den Grenzen der Möglichkeit liegt. In den Geweben sind verschiedenartige, organische Elemente neben einander abgelagert; nirgends ist daher mehr als bei diesen eine mi-

Nothwendigkeit der mikroskopisch-mechanischen Analyse.

kroskopisch-mechanische Analyse Nothwendigkeit: allein auch in den Flüssigkeiten und zwar vorzugsweise in der wichtigsten derselben, dem Blute, finden wir morphotische, nicht mechanisch trennbare Theile, deren mikroskopische Untersuchung jeder weitern Forschung vorangehen muss. Die Bestimmung der chemischen Materien, welche jenen morphotischen Elementen angehören, und derer, welche nur in der dieselben umgebenden Flüssigkeit gelöst sind, gehört zu den schwierigsten Aufgaben der zoochemischen Analyse; und doch ist gerade dieser Gegenstand für die physiologische Beurtheilung der Ergebnisse chemischer Forschung von der grössten Bedeutung. Ohne Kenntniss der morphotischen Constitution des Blutes, ohne Einsicht in die Vertheilung seiner chemischen Bestandtheile auf Zellen und Plasma würden wir nur sehr fragmentarische Grundlagen zum Aufbau einer Physiologie des Blutes erhalten.

Quantitative Verhältnisse der Bildung und Absonderung.

Wenn wir in ähnlicher Weise, wie bei den einfachern Substraten des Thierkörpers, die physiologischen und chemischen Verhältnisse der Säfte und Gewebe allseitig verfolgt haben, so muss uns zunächst ein Punkt beschäftigen, der für die Physiologie von der höchsten Bedeutung ist. Dieser Punkt bezieht sich nämlich auf die quantitativen Verhältnisse der Bildung und Absonderung der betreffenden Objecte. Es ist eine in allen Naturwissenschaften gültige Maxime, dass nur durch Ergründung gewisser Zahlenverhältnisse eine Disciplin ihren vollen wissenschaftlichen Werth erlangen und zu allgemeinern Anschauungen berechtigen kann. Versteht es sich doch eigentlich ganz von selbst, dass wir die Grössen der einzelnen Factoren des thierischen Stoffwechsels erforscht haben müssen, ehe wir über die Leistungsfähigkeit derselben und ihre Theilnahme an den allgemeinen Lebensfunctionen uns ein entscheidendes Urtheil erlauben dürfen. Geben uns auch die chemischen und physiologischen Thatsachen noch

so viel Aufschlüsse über die Function dieses oder jenes thierischen Saftes oder Gewebes, so gewinnt man durch Ermittlung jener Grössen nicht blos ein Maass, sondern auch den festesten Anhaltspunkt zur Beurtheilung des physiologischen Werthes der fraglichen Objecte.

Die physiologische Function eines thierischen Saftes oder Gewebes ist aber vollkommen adaequat der chemischen Constitution, gleich wie die physiologische Bedeutung jedes einzelnen chemischen Stoffs durchaus abhängig ist von der chemischen Qualität. Deshalb müssen in der physiologisch-chemischen Lehre von den Säften und Geweben die unmittelbaren Beziehungen näher erörtert werden, welche zwischen Chemismus und physiologischer Function stattfinden, während es der eigentlichen chemischen Physiologie (dem dritten Theile physiologischer Chemie) überlassen bleiben muss, die thierischen Stoffbewegungen im Grossen und Ganzen, so wie in allen ihren nähern und entferntern Beziehungen zu einander und zu den generellen Lebensfunctionen zu verfolgen. Bei der Betrachtung der physiologischen Dignität jedes Saftes und Gewebes, die zunächst lediglich auf ihre chemische Qualification gestützt wird, sammeln wir also nur die Bausteine, um darauf die Physiologie des thierischen Stoffwechsels zu begründen.

Die physiologische Function ist stets conform der chemischen Constitution.

Der dritte Abschnitt der physiologischen Chemie umfasst die Lehre von den zoochemischen Processen, d. h. den Chemismus des Stoffwechsels, der Ernährung und Ausscheidung. In der Ergründung dieser Verhältnisse besteht die höchste Aufgabe unsrer Wissenschaft; hier erst soll der ursächliche Zusammenhang aller chemischen, das Leben begleitenden Erscheinungen erforscht und die Nothwendigkeit der Folgen in der Verknüpfung dieser gesammten chemischen Phaenomene des Lebens dargelegt werden. Auf diesem Felde unsrer Disciplin dürfen wir uns zur Erreichung

Lehre von den zoochemischen Processen.

jener Zwecke nicht begnügen, Chemismus und Function etwa so wie in der Säftelehre zu parallelisiren; es gilt hier, den allgemeinen physiologischen Verhältnissen Rechnung zu tragen.

Methoden der Forschung.

Wo wir nicht das innere Triebwerk eines grossen organischen Ganzen zu überschauen vermögen, da pflegen wir zunächst durch die Feststellung gewisser Zahlenverhältnisse uns eine sichere Basis zu weiterer Forschung zu verschaffen; es ist daher auch der erste und für jetzt der sicherste Weg, den man eingeschlagen hat, um eine Physiologie des thierischen Stoffwechsels zu begründen, indem man sich bemühte, durch Erforschung der Einnahmen und Ausgaben des Organismus, der Grösse der einzelnen Absonderungen und ihrer Verhältnisse zu einander, der quantitativen Vertheilung einzelner distincter Stoffe und ihrer Verbreitung nach bestimmten Proportionen in verschiedene Säfte exacte Zahlenwerthe festzustellen, die gewissermaassen den festen Rahmen bilden, innerhalb dessen die Ergebnisse der weitern auf andern Wegen vollführten Forschungen zu verzeichnen sind. Dies ist die Statistik des thierischen Stoffwechsels. Sie liefert uns für viele physiologische Sätze apodiktische Beweise, indem sie deren Nothwendigkeit darthut; allein eben weil sie nur zu apodiktischen Behauptungen führt, erfahren wir durch solche nur, dass die Vorgänge solche und keine andern sind, nicht aber, warum sie gerade diese sind, d. h. also wir erlangen durch die statistische Methode noch keine tiefere Einsicht in die innere Verknüpfung der durch sie constatirten Thatsachen.

Statistische Methode.

Comparativ-analytische Methode.

Ein andrer Weg zu gleichem Ziele ist die comparativ-analytische oder chemisch-experimentelle Methode; diese besteht in einer Imitation des thierischen Chemismus ausserhalb des Organismus, in einem Vergleich gewisser organisch-chemischer Processe mit analog erscheinenden zoochemischen Processen. Der Gedanke, die Processe der Gährung und Fäulniss mit Erscheinungen des Lebens zu ver-

gleichen, hat die Forschungen der Physiologen von jeher geleitet. Die neuere Zeit hat es verstanden, diesen Gedanken in weiterer Ausdehnung zu fassen. In dem Grade, als sich die Anschauungen über jene chemischen Erscheinungen verallgemeinert haben, ist es auch gelungen, eine gedeihlichere Anwendung derselben auf die vitalen Vorgänge zu versuchen. Gewisse chemische Processe, die eine grössere Reihe auf einander folgender Erscheinungen bilden, zeigen unverkennbare Aehnlichkeiten mit dem Verlaufe gewisser chemischer Vorgänge im lebenden Körper, so dass man sich für berechtigt halten darf, in den entsprechenden Lebensprocessen denselben Causalnexus anzunehmen. Es ergiebt sich hieraus, dass die Schlussfolgerungen, zu denen diese Methode führt, auf *Analogie* begründet sind. Bei der Unvollkommenheit der Beweisform durch Analogie kommt es hier besonders darauf an, die Irrthümer zu vermeiden, in welche die Physiologie auf andern ihrer Gebiete schon oft durch Missbrauch dieser logischen Form verfallen ist; es bedarf hier um so grösserer Vorsicht, als gerade diese Methode für die physiologische Chemie bis heute die ergiebigste gewesen ist, und da sie andrerseits schon zu manchen grob chemischen, durchaus irrthümlichen Anschauungen verleitet hat.

Physiologisch-experimentelle Methode.

Die dritte der uns zugänglichen Forschungsmethoden ist die physiologisch-experimentelle. Der Schauplatz des eigentlichen physiologischen Experiments ist der lebende Thierkörper selbst; es gilt, dessen vitale Actionen für unsre Sinne wahrnehmbar zu machen, unter Verhältnissen, welche zugleich eine Beurtheilung ihres ursächlichen Zusammenhangs gestatten. So entscheidende Aufschlüsse dieses Verfahren directester Beobachtung der Wissenschaft auch verspricht und zum Theil wirklich verschafft, so hat es bis jetzt doch fast am wenigsten unter den angeführten Verfahrungsweisen geleistet. Die grosse Biegsamkeit, welcher gerade die Lebenserscheinun-

gen fähig sind, hindert in sehr vielen Fällen, dass die Natur, der wir in dem physiologischen Experimente am liebsten ein *disjunctives Urtheil* zur Entscheidung, ein Entweder-Oder als Frage vorlegen, eine *kategorische Antwort* ertheilt.

Die physiologische Thierchemie beschränkt sich nicht blos auf die Erforschung der vegetativen Processe.

Die physiologische Chemie wird gewöhnlich nur auf diejenigen Processe im lebenden Körper beschränkt, welche in die sogenannte *vegetative Sphaere* gehören, und in der That erwarten von ihr die Theile der Physiologie vorzugsweise Aufklärung, welche die Processe der Ernährung und Ausscheidung betreffen: allein ihr Bereich ist noch weit umfassender; denn fast in alle Vorgänge des Lebens, in alle thierischen Verrichtungen greift gleichzeitig mit andern Momenten der Chemismus ein. Dass, der Thätigkeit der Muskeln parallel, chemische Processe ihren Ablauf nehmen, daran zweifelt Niemand; dass das *Nervensystem* ohne gleichzeitige chemische Actionen seine Thätigkeit entfalten könne, ist nicht glaublich; kurz *keine Function, kein Process, keine Erscheinung* geht in lebenden Körpern vor sich *ohne Chemismus als Ursache oder Wirkung:* darum muss z. B. auch *jede Krankheit von gewissen chemischen Veränderungen begleitet* sein.

Die Erklärung der physiologischen Processe geschieht nur nach physikalischen und chemischen Gesetzen.

Da im lebenden Organismus keine diesem ausschliesslich zukommende Kraft, d. h. keine sog. *Lebenskraft,* nachzuweisen ist, so müssen alle thierischen Phaenomene auf bestimmte physikalische und chemische Gesetze zurückgeführt werden; nur in diesen wird der Naturforscher eine Erklärung der Lebenserscheinungen anerkennen. Es wird daher die Zeit kommen, und sie ist nicht mehr fern, wo die gesammte Physiologie des Thierlebens in physiologische Physik und physiologische Chemie aufgehen wird.

ZOOCHEMIE.

Organische Substrate des thierischen Organismus.

Es ist ein durch die neuern Forschungen der theoretischen Chemie vollkommen erhärteter Satz, dass zwischen organischen und anorganischen Körpern kein wesentlicher Unterschied stattfindet, und dass alle die Unterschiede, welche man zwischen beiden Körperclassen früher als wesentlich aufstellte, nur zufällige Eigenschaften sind, bedingt durch keine andern Gesetze als solche, welche auch in der anorganischen Chemie ihre Geltung haben. Jene Unterschiede, die sich uns in der That bei einem Vergleiche der organischen mit den anorganischen Körpern in nicht geringer Zahl und in sehr entschiedener Weise aufdrängen, sind also nicht in principiell verschiedenen Momenten oder gar, wie manche Philosophen glaubten, in einem eigenthümlichen Stoffe, einem sogenannten Organogenium, begründet, sondern sie ergeben sich nur aus der Mannigfaltigkeit vielfach in einander überfliessender Formen und entsprechen den stärker hervortretenden Grenzpunkten einander vielfach durchkreuzender Reihen von Qualitäten.

Kein wesentlicher Unterschied zwischen organischen und anorganischen Körpern.

Bei der Betrachtung der Unterschiede chemischer Stoffe überhaupt muss man sich aber des unumstösslichen Satzes bewusst werden, dass die einzelnen Qualitäten der Stoffe nicht beziehungslose Aggregate von Merkmalen sind, sondern dass diese sämmtlich in den innigsten Verhältnisssen zu einander stehen, so wie etwa die Kanten und Winkel eines Krystalls

Begriffsbestimmung chemischer Stoffe.

zu einander, So zweifelt z. B. Niemand daran, dass die zahlreichen Turmaline, die nicht blos in ihren Krystallformen, ihrer Härte u. s. w., so grosse Uebereinstimmung zeigen, trotz der Verschiedenheit ihrer Bestandtheile doch durch ein gemeinsames Band zusammengehalten werden, welches die integrirenden Eigenschaften derselben bedingt. Durch die Ermittlung der innern Beziehungen der wesentlichen Qualitäten eines Stoffs gewinnen wir für den Begriff desselben einen bestimmten Inhalt, der nicht die Summe lose zusammenhängender Merkmale, sondern vielmehr das Product der beziehungsreichsten Eigenschaften ist. Freilich müssen wir bis jetzt in der reinen Chemie uns noch mit einfachen Beschreibungen der Stoffe durch Aufzählung ihrer Merkmale begnügen; denn leider sind wir noch weit genug davon entfernt, die Beziehungen der einzelnen Qualitäten eines Körpers zu einander gehörig erkannt zu haben, so dass wir je eine Eigenschaft desselben aus allen übrigen zu deduciren vermöchten. Dass aber wirklich die Eigenschaften chemischer Stoffe in solchen innigen Beziehungen zu einander stehen, und dass wir bald nicht mehr mit blosser Aufzählung von Merkmalen uns werden begnügen müssen, sondern anstatt klarer deutliche Begriffe über die chemische Körperwelt erlangen werden, das hat die neuere Chemie bereits zur Evidenz dargethan. Von wie vielen Stoffen, die kaum einmal gesehen oder dargestellt worden sind, lassen sich jetzt nicht schon a priori die Eigenschaften derselben und ihr innerer Zusammenhang nachweisen? Wie viele sonst isolirt stehende chemische Thatsachen werden jetzt nicht durch einen einfachen leitenden Gedanken zusammengehalten; so hat die Aufstellung des Begriffs Homologie mit einem Male einen generellen Ueberblick über die Beziehungen eröffnet, welche zwischen einer gewissen Zusammensetzungsweise und bestimmten integrirenden Eigenschaften einer grosen Reihe chemischer Substanzen in sehr ausgeprägter Form stattfinden. Wir brauchen nur an die flüchtigen organischen Säuren, an die Aetherarten, an die Ammoniakalkaloïde zu erinnern, um darzuthun, dass für viele Stoffe bereits ein logischer Inhalt gewonnen ist.

Jene innige und eigenthümliche Verknüpfung sämmtlicher Eigenschaften ist es, welche den verschiedenen, die Substrate des Thierkörpers bildenden, Stoffen auch ihren physiologischen Charakter ebenso ertheilt, wie ihren chemischen. Es ist die Einheit der materiellen Beziehungen, welche das ganze Verhalten einer Substanz zu allen ihr heterogenen Stoffen und physikalischen Einflüssen ebensowohl bedingt, als die Art ihrer Theilnahme an den chemischen Vorgängen des Lebens. Hat uns aber die reine Chemie erwiesen, dass die Gesetze, welche den Zusammenhalt der verschiedenen Atome in Steinen und Felsen bedingen, keine andern sind, als jene, wodurch das Bestehen der complexen Atome der Thier- und Pflanzenstoffe bedingt wird: so müssen auch die Kräfte, welchen sie im thierischen Organismus als Angriffspunkte dienen, unter gleichen Bedingungen auf analoge chemische Complexe entsprechende Erfolge herbeiführen. Der Grundcharakter eines Stoffs bleibt daher derselbe, möge er den Einflüssen atmosphaerischer Kräfte oder den verschiedenen chemischen Einwirkungen in unsern Laboratorien oder den eigenthümlichen Bedingungen der Lebensbewegungen unterliegen. Kein Stoff wird im Thierkörper verzaubert; sein Verhalten in der Sphaere des Lebens bleibt immer concinn seiner chemischen Qualität. Die gesammte Zoochemie liefert die empirischen Beweise für die Richtigkeit dieses Satzes; denn wir finden nie, dass chemisch durchaus verschiedene Stoffe gleiche physiologische Function haben, und umgekehrt niemals, dass Stoffe von gleichem physiologischen Werthe den chemischen Principien nach sehr fern von einander stehen. Es ist daher ein feststehender Satz, dass die physiologische Dignität eines Körpers durchaus abhängig ist von seiner chemischen Constitution. Darum dürfen wir auch in der Zoochemie keinem andern Systeme oder Eintheilungsprincipe folgen, als einem chemischen; denn das letztre muss gleichzeitig auch der Physiologie Rechnung tragen und wird daher immer auch ein physiologisches sein.

Der physiologische Charakter eines Stoffs stimmt mit dessen chemischem Begriffe überein.

Leider besitzen wir aber in der reinen Chemie noch kein System, welches allen Anforderungen der Wissenschaft ent-

Werth der Systeme der theoretischen Chemie.

spräche; ist es auch den neuern glänzenden Fortschritten der Chemie gelungen, gewisse Gruppen oder Reihen von Körpern aufzustellen, denen gewisse einheitliche Momente, gewisse allgemeine Charaktere, gewisse feste Begriffsbestimmungen nicht fehlen, so giebt es doch leider noch eine sehr grosse Anzahl von Stoffen, welche, mehr oder weniger genau untersucht, sich in keines der bisher aufgestellten Systeme einreihen lassen und daher einer allgemeinern Anschauung entgehen. Leider gehören hierher eine Anzahl der für die Zoochemie wichtigsten Stoffe, wir nennen nur die sogenannten Proteïnkörper. Wenn wir aber diese und ähnliche Stoffe einer wissenschaftlich systematischen Anordnung noch nicht einzuverleiben vermochten, so liegt dies weniger an der Mangelhaftigkeit der bisherigen Systeme, als an unsrer noch sehr ungnügenden Kenntniss solcher Stoffe selbst. Wir müssen uns daher begnügen, sie nach ihren handgreiflichern physikalischen und chemischen Eigenschaften anzuordnen, ohne dafür eine feste wissenschaftliche Basis zu besitzen. Wo uns daher die chemische Basis fehlt, kann uns zuweilen der analoge physiologische Werth solcher Soffe leiten.

Wollen wir nun unter den in der theoretischen Chemie heute gebräuchlichen Systemen eines wählen, welches für eine Zoochemie adoptirt zu werden verdient, so wird dasjenige das beste sein, durch welches sich am ungezwungensten eine allgemeine Uebersicht über jene Zahl von Stoffen gewinnen lässt, die im thierischen Organismus eine mehr oder weniger bedeutende Rolle spielen.

Vier Begriffe sind es insbesondere, welche in der neuern Chemie eine grosse Geltung erlangt haben und die als Eintheilungsprincipien benutzt worden sind; dies sind die Begriffe der R a d i c a l e, der S u b s t i t u t i o n, der P a a r u n g und der H o m o l o g i e.

Organische Radicale.

Bei dem Streben, auch in organischen Körpern nähere Bestandtheile aufzusuchen, gelangte man zu dem kaum erwarteten Resultate, dass in den organischen Stoffen zusammengesetzte Körper vorkommen, welche, anorganischen Elementen gleich, integrirende Bestandtheile gewisser Reihen von Verbin-

dungen theils mit anorganischen Elementen, theils mit ähnlichen organischen Complexen bilden. Man nannte diese Körper organische Radicale; dieselben sind also zusammengesetzte Elemente, welche sich mit anorganischen oder andern organischen Elementen vereinigen können, und die Stelle wahrer Elemente in vielen Verbindungen vertreten können. Gleich den Elementen der anorganischen Chemie können die zusammengesetzten Radicale in solche eingetheilt werden, welche dem Wasserstoff oder den Metallen entsprechen, und in solche, die mehr den nicht metallischen Elementen gleichen; aber wie sich zwischen diesen keine scharfe Grenze ziehen lässt, so finden auch zwischen der einen und der andern Classe von Radicalen die leisesten Uebergänge statt. Die organischen Metalle sind fast nur Kohlenwasserstoffe, von denen sehr viele einander polymer sind; gleich den wahren Metallen vereinigen sich dieselben mit Sauerstoff zu basischen Körpern: wie jene gehen sie auch neutrale Verbindungen mit Chlor, Brom, Jod u. s. w. ein; endlich können sich auch einige derselben, wie bekanntlich viele Metalle, mit Wasserstoff zu Hydrüren verbinden; so betrachtet man z. B. die Sumpfluft $= C_2H_4$ als Hydrür des Methyls $= C_2H_3 . H$; denn mehr als eine Thatsache beweist, dass jenes vierte Atom Wasserstoff in jenem Gase in einem andern Verhältnisse zu dem ganzen Complexe steht, als die drei andern Atome Wasserstoff. positive,

Als den nicht metallischen Elementen entsprechende Radicale werden gewöhnlich jene sauerstoffhaltigen Kohlenwasserstoffe angesehen, wie Benzoyl ($C_{14}H_5O_2$), Acetyl ($C_4H_3O_2$) Salicyl ($C_{14}H_5O_4$) u. s. w.; sicher gehört aber hierher das Cyan, welches bekanntermaassen die durchgreifendsten Analogien mit der Chlorgruppe darbietet. Diese Radicale bilden mit Sauerstoff jene grosse Anzahl organischer Säuren mit 3 und mit 5 At. Sauerstoff; auch sie vereinigen sich, wie Schwefel, Chlor u. s. w. mit Wasserstoff; man erinnere sich des Benzoyl- und Salicylwasserstoffs; das Aldehyd ($C_4H_4O_2$) ist wahrscheinlich Acetylwasserstoff $= C_4H_3O_2 . H$. negative.

Ein andrer Begriff, der durch zahlreiche Untersuchungen in der neuern Chemie constatirt worden ist, nämlich der der Substitution.

Substitution hat einen tiefern Blick in die innere Constitution vieler Körper thun lassen. Es hat sich nämlich der unerwartete Umstand herausgestellt, dass in sehr vielen organischen Körpern gewisse Atome Wasserstoff durch Chlor, Brom, Jod oder Untersalpetersäure ersetzt werden können, ohne dass der ursprüngliche Atomcomplex zerfällt oder die Substanz sehr wesentliche Veränderungen ihrer physischen und chemischen Eigenschaften erleidet. So können z. B. in den organischen Basen gewisse Atome Wasserstoff durch jene Elemente oder Untersalpetersäure vertreten werden, ohne dass sie ihre Fähigkeit, sich mit Säuren zu vereinigen, gänzlich verlieren. Hiernach lässt sich in der Regel der Werth beurtheilen, den eine gewisse Anzahl von Atomen auf die Qualität des Typus gewisser Atomencomplexe hat.

Paarung.

Nicht minder fruchtbringend ist eine dritte Anschauungsweise der Constitution organischer Stoffe gewesen, nämlich die sogenannte Paarung oder Copulirung, vermöge deren sich manche Stoffe, der gewöhnlichen Binaritätslehre zuwider, so mit einander vereinigen können, dass der eine Stoff, sei er Säure oder Basis, nichts von seiner Sättigungscapacität verliert, jener ihm gewissermaassen anhängende Körper, Paarling oder Copula genannt, ihn in alle seine Verbindungen mit Säuren oder mit Basen begleitet. Durch einfache oder doppelte Wahlverwandtschaften lassen sich daher die Paarlinge von den ihnen angehörigen Säuren oder Basen nicht trennen. Früher fasste man meist nur jene complexen Stoffe als gepaarte auf, in welchen eine organische Säure mit einem organischen Atomenaggregate, wie Zucker, Glycin u. dergl. verbunden war. Man hat aber später den Paarungsbegriff, zu Gunsten einer Theorie der organischen Säuren mit 3 Atom Sauerstoff, dahin ausgedehnt, dass man Elemente, wie z. B. Kohlenstoff sich mit einem organischen Radicale, einem Kohlenwasserstoffe, paaren liess, eine Ansicht, wofür mehrere sehr gewichtige Gründe sprechen. Dass sich wirklich Elemente mit Kohlenwasserstoffen zu Körpern vereinigen können, die namentlich grosse Verwandtschaft zum Sauerstoff haben und, mit diesem vereinigt, Säuren bilden, bewiess das längst be-

kannte Kakodyl $(C_2H_3)_2 \frown As$, das Stibaethyl $(C_4H_5)_2 \frown Sb$ u. s. w. Es war also nicht inept, Körper gepaart aus Methyl, Aethyl, Phenyl u. s. w. und einem Doppelatom Kohlenstoff anzunehmen, die dann mit 3 At. Sauerstoff die bekannten Säuren, Essigsäure $= C_2H_3 . \frown C_2 . O_3$, Metacetonsäure $= (C_4H_5) \frown C_2 . O_3$, Benzoësäure $= (C_{12}H_5) \frown C_2 . O_3$ bildeten. Dazu kam, dass die Verbindungen solcher Radicale mit Cyan bei der Behandlung mit Alkalien unter Wasserzerlegung jene Säuren neben Ammoniak gaben, z. B. Cyanaethyl gab beim Kochen mit Kalilauge Ammoniak und Metacetonsäure ($C_4H_5 . C_2N + 3HO = H_3N + C_4H_5 . C_2O_3$); hiernach scheinen jene 2 At. Kohlenstoff allerdings nicht zum Radical jener Säuren zu gehören und demnach die Annahme einer Paarung jener Radicale mit 2 At. Kohlenstoff nicht unangemessen. Diese Theorie gewährt wenigstens den grossen praktischen Vortheil, dass wir in den meisten organischen Körpern, seien sie basisch, neutral oder sauer, jene Kohlenwasserstoffe überall als Grundstoffe wiedererkennen und so eine erleichterte Uebersicht über ein grosses Bereich der organischen Chemie gewinnen.

Vielleicht den wichtigsten Einfluss auf die wissenschaftliche Begründung der organischen Chemie und besonders auf eine rationelle Systematik in derselben hat die Erkenntniss der sogenannten Homologie gehabt. Man versteht bekanntlich unter homologen Körpern solche, die in ihrer Zusammensetzung und in ihren Eigenschaften höchst ähnlich sind und sich nur durch $(2CH)_n$ unterscheiden. Hat man auch früher schon einzelne dieser homologen Körper der Aehnlichkeit ihrer Eigenschaften halber zusammengestellt, so sind dadurch doch Körper als zusammengehörig erkannt worden, die man früher nie zusammenzuordnen gewagt hätte; wer hätte z. B. früher geglaubt, dass Ameisensäure $= C_2H\,O_3 . HO$ und Margarinsäure $= C_{34}H_{33}O_3 . HO$ nur verschiedene Glieder einer und derselben Reihe sein könnten? Und doch zweifelt heute wohl Niemand mehr daran, dass diese Säuren mit ihren zahlreichen Mittelgliedern zusammengehören; denn nicht blos diese Aehnlichkeit in der Zusammensetzung ist es, die uns veranlasst, sie Homologie.

als Glieder einer Classe zu betrachten, sondern auch ihre durchaus analogen Zersetzungsproducte, ihre Verbindungsweisen, ihr gleichartiges Verhältniss zu gewissen basischen Oxyden von Kohlenwasserstoff (den sog. Aetherarten) zwingt uns fast, sie als eine Familie anzusehen. Wir gewinnen aber durch

Homologe Reihen.

Aufstellung von Reihen solcher homologer Körper nicht blos für die Systematik, sondern auch für die theoretische Anschauung solcher Stoffe; denn wir sind dadurch dem Ziele ziemlich nahe gerückt, für diese Stoffe bestimmte Begriffe aufzustellen, gewisse Formeln festzusetzen, aus denen, wie aus einer mathematischen Formel unzählige gegebene Fälle, so die Mehrzahl der physischen und chemischen Eigenschaften zu berechnen sind. So können wir sagen, dass bei Stoffen von der Zusammensetzung $(C_2H_2)_n . O_4$ oder $C_{2n}H_{2n-1} . O_3 . HO$ ihre Consistenz, ihr Siedepunkt, die Dichtigkeit ihrer Dämpfe mit der Zahl der Kohlenwasserstoffatome steigt, ihre Löslichkeit dagegen, ihre Reaction auf Pflanzenfarben, ihre Flüssigkeit im umgekehrten Verhältnisse zum Atomgewichte steht. Unter gleichen Verhältnissen bilden diese Körper Umwandlungsproducte, die unter sich wieder homolog sind.

Für die organischen Säuren hat man bis jetzt fünf Reihen solcher homologer Stoffe aufzustellen vermocht, nämlich ausser der Ameisensäurereihe die der Bernsteinsäure $= C_{2n}H_{2n-2} . O_3 . HO$, die der Oelsäure $= C_{2n}H_{2n-3} . O_3 . HO$, die der Benzoësäure $= C_{2n}H_{2n-9} . O_3 . HO$ und die der Milchsäure $= C_{2n}H_{2n-1} . O_5 . HO$.

Typus des Ammoniaks.

Man ist nun in neuester Zeit hauptsächlich in Folge einer genauern Erforschung der organischen, stickstoffhaltigen Basen, der sog. Alkaloïde, zu einer Anschauungsweise über die innere Constitution vieler Körper gelangt, einer Anschauungsweise, welche zwar im Allgemeinen auf den oben auseinandergesetzten vier chemischen Begriffen fusst, jedoch mit der weitern Entwicklung derselben zu Theorien nicht mehr übereinstimmt. Man hat sich nämlich durch die directesten Beobachtungen auf das Bestimmteste überzeugt, dass in gewissen Körpern und zwar vorzugsweise im Ammoniak (H_3N) und Ammoniumoxyd $(H_4N . O)$ nicht nur 1 Atom, sondern mehrere, ja alle Atome

Wasserstoff durch jene Kohlenwasserstoffe, welche wir als metallische Elemente der organischen Chemie betrachteten, ersetzt werden können. Erläuterungsweise sei hier als Beispiel das Anilin erwähnt; dieses ist Ammoniak, in welchem 1 At. Wasserstoff durch Phenyl ersetzt ist $= (C_{12}H_5).H.H.N$, ein zweites Atom Wasserstoff des Ammoniaks kann durch Methyl, Aethyl u. s. w. ersetzt werden, Aethylanilin ist $= (C_{12}H_5 . (C_4H_5) . H . N.$, ein drittes kann noch durch Methyl, Amyl u. s. f. vertreten werden, z. B. Methylaethylanilin $= (C_{12}H_5) . (C_4H_5) . C_2H_3) . N.$ Im Ammoniumoxyd können alle 4 At. Wasserstoff durch 4 At. desselben Radicals oder verschiedener Radicale ersetzt werden, z. B. im Methylaethylamylophenylammoniumoxyd $= C_2H_3 . C_4H_5 . C_{10}H_{11} . C_{12}H_5 . N . O.$ Durch Feststellung dieser Thatsache erleiden alle frühern Theorien wesentliche Modificationen; jene Radicale dienen hier noch zu etwas anderem, als mit Sauerstoff und andern Stoffen Säuren und Basen zu bilden und dann unter einander salzartige Verbindungen zu erzeugen. Die Substitution findet hier aufs Vollständigste statt, allein nicht im ältern Sinne, wo Wasserstoffatome nur durch negative Elemente oder Radicale ersetzt wurden, und wo sich die Substitution nicht auf so einfache Stoffe, wie Ammoniak und Wasser zurückführen liess. Hauptsächlich wird auch der Begriff der Paarung, wenn derselbe nicht in sehr weitem Sinne genommen wird, auf diese Verhältnisse keine Anwendung finden; denn jene Alkaloïde z. B. entstehen nicht durch Paarung des Ammoniaks mit jenen Radicalen, sondern diese dienen vielmehr zur Ergänzung der einzelnen Atome Wasserstoff im Ammoniak.

Sämmtliche flüchtige Alkaloïde sind demnach als Ammoniake anzusehen, in welchen ein oder mehrere Atome Wasserstoff durch Kohlenwasserstoffe ersetzt sind; in den meisten sauerstoffhaltigen Alkaloïden, so wie in den sogenannten Amiden sind einzelne Atome Wasserstoff durch sauerstoffhaltige Radicale ersetzt; und wir besitzen so für eine grosse Mehrzahl stickstoffhaltiger Körper ein Eintheilungsprincip, nach dem sich wiederum eine Menge homologer Reihen aufstellen lässt.

Typus des Wassers.

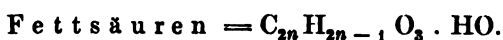
Während aber dieser Anschauungsweise zufolge sehr viele stickstoffhaltige Körper und zwar die bekanntesten nach dem Typus des Ammoniaks gebildet sind, könnte man zwei andere grosse Classen organischer Körper sich in ähnlicher Weise nach dem Typus des Wassers gebildet denken; lassen wir nämlich den Wasserstoff im Wasser durch jene organischen Elemente: Methyl, Amyl, Phenyl u. s. w. ersetzt werden, so erhalten wir die stickstofffreien Basen der organischen Chemie, die sog. Aetherarten, z. B. HO entsprechend (C_4H_5) . O. Wird dagegen der Wasserstoff im Wasser durch sauerstoffhaltige Radicale vertreten, so entstehen organische Säuren, z. B. HO entsprechend $(C_{14}H_5O_2)$. O. Nach dieser Betrachtungsweise würde also der Paarungsbegriff, den wir oben zur Erklärung der innern Constitution der Säuren geltend machten, ganz fallen zu lassen sein, die innere Zusammensetzung des sauerstoffhaltigen Radicals bliebe dann aber immer noch näher zu entwickeln übrig.

Werth der chemischen Systematik für die Physiologie.

Dies sind die wesentlichsten Gesichtspunkte, von denen aus die theoretische Chemie bis heute bearbeitet worden ist, und welche uns die einzigen Anhaltspunkte zu einer rationellen Eintheilung der organischen Körper und der zoochemischen Stoffe insbesondere darbieten. Obgleich die Zoochemie sich der in der theoretischen Chemie gültigen Anschauungen nicht entschlagen kann und darf, so gehört es doch nicht vor ihr Forum, in eine nähere Erörterung der etwa einander widerstreitenden Meinungen einzugehen; sie hat sich im Allgemeinen nur an das Thatsächliche zu halten und das Theoretische aufzunehmen, soweit es sich eng an constatirte Thatsachen anlehnt. Der einfachste und sicherste Weg, die zoochemischen Körper zugleich mit Rücksicht auf ihren physiologischen Werth einzutheilen, wird also der sein, gewisse Reihen von Körpern neben einander zu betrachten, mögen diese einander wirklich homolog oder nur im Allgemeinen sehr ähnlich sein. Gerade in der Zoochemie drängen sich uns aber eine Menge solcher Körper auf, die sich nicht einfacher Weise nach dem einen oder andern Gesichtspunkte gruppiren lassen; diese können freilich nur nach zufälligen Aehnlichkeiten zusammen-

gestellt werden; doch ist die Zeit vielleicht nicht mehr fern, wo auch z. B. die Proteïnkörper in eine wissenschaftlich geordnete Gruppe eingereiht werden können.

Organische stickstofffreie Säuren.



Fettsäuren $= C_{2n} H_{2n-1} O_3 . HO$. Fettsäuren.

Ameisensäure . .	$= C_2 H O_3 . HO$
Essigsäure . . .	$= C_4 H_3 O_3 . HO$
Metacetonsäure . .	$= C_6 H_5 O_3 . HO$
Buttersäure . . .	$= C_8 H_7 O_3 . HO$
Baldriansäure . .	$= C_{10} H_9 O_3 . HO$
Capronsäure . . .	$= C_{12} H_{11} O_3 . HO$
Oenanthsäure . .	$= C_{14} H_{13} O_3 . HO$
Caprylsäure . . .	$= C_{16} H_{15} O_3 . HO$
Pelargonsäure . .	$= C_{18} H_{17} O_3 . HO$
Caprinsäure . . .	$= C_{20} H_{19} O_3 . HO$
Margaritinsäure .	$= C_{22} H_{21} O_3 . HO$
Laurostearinsäure .	$= C_{24} H_{23} O_3 . HO$
Cocinsäure . . .	$= C_{26} H_{25} O_3 . HO$
Myristinsäure . .	$= C_{28} H_{27} O_3 . HO$
Cetinsäure . . .	$= C_{30} H_{29} C_3 . HO$
Palmitonsäure . .	$= C_{32} H_{31} O_3 . HO$
Margarinsäure . .	$= C_{34} H_{33} O_3 . HO$
Stearinsäure . . .	$— C_{36} H_{35} O_3 . HO$
Cerotinsäure . . .	$= C_{54} H_{53} O_3 . HO$
Melissinsäure . .	$= C_{60} H_{59} O_3 . HO.$

Die beiden Endglieder dieser Gruppe von Säuren zeigen in vielen Beziehungen so erhebliche physische und chemische Unterschiede, dass darnach auch ihre physiologische Bedeutung eine wesentlich verschiedene wird; deshalb zerfällen wir diese Reihe in der Zoochemie, wie in der allgemeinen Chemie, in zwei Gruppen; ziemlich willkührlich lassen wir die erste Gruppe bis zur Caprinsäure gehen und nennen sie *flüchtige Fettsäuren*; sie sind flüssig oder wenigstens unter 30°C. schmelzbar, riechen meistens stark, sind unzersetzt destillirbar, Allgemeine Eigenschaften derselben.

in Wasser mehr oder weniger löslich, von stark saurer Reaction, während die Glieder der andern Gruppe fest oder butterartig weich sind, erst über 30° schmelzen, sich nur schwierig (im Kohlensäurestrome) destilliren lassen, in Wasser völlig unlöslich sind, und nur schwach auf Pflanzenfarben wirken.

Flüchtige Fettsäuren.

Flüchtige Fettsäuren.

Die Verbindungen und Umwandlungsproducte der flüchtigen Fettsäuren sind meistens sehr sorgfältig untersucht worden; hier werde aus der reinen Chemie nur folgendes im Betreff dieser Verhältnisse in Erinnerung gebracht: Die Salze der flüchtigen Fettsäuren sind grösstentheils in Wasser löslich; sie werden jedoch immer schwerer löslich, je höher das Atomgewicht der betreffenden Säure ist: deshalb sind die caprinsauren Salze die schwerstlöslichen.

Siedepunkte.

Der Siedepunkt jener Säuren steigt in aufsteigender Reihe für jede Säure, d. h. also für je C_2H_2, um ungefähr 19° C.

Aldehyde.

Von mehreren jener Säuren giebt es niedrigere Oxydationsstufen, die man **Aldehyde** genannt hat; so von der Essigsäure das gewöhnliche Aldehyd = $C_4H_3O \cdot HO$, von der Metacetonsäure = $C_6H_5O \cdot HO$ u. s. w. Nur von der Essigsäure kennt man eine zwischen ihr und dem Aldehyd mitten innen stehende Oxydationsstufe, die sogenannte acetylige Säure = $C_4H_5C_2 \cdot HO$. Die Aldehyde sind tropfbarflüssig, sehr flüchtig und leicht oxydirbar.

Den Aldehyden isomere Körper entstehen durch trockne Destillation der Salze, namentlich der Barytsalze jener Säuren, z. B. Butyral = $C_8H_8O_2$, Valeral = $C_{10}H_{10}O_2$, ölige, höchst stechend riechende, flüchtige Flüssigkeiten, weniger leicht oxydirbar als die Aldehyde.

Cetone.

Eine andere Art sehr flüchtiger, farbloser, leicht entzündlicher Flüssigkeiten bildet sich durch trockne Destillation der Alkalisalze dieser Säuren, z. B. das Butyron = C_7H_7O ($KO \cdot C_8H_7O_3 = KO \cdot CO_2 + C_7H_7O$).

Wie in den meisten organischen Körpern können auch einzelne Atome Wasserstoff in diesen Säuren durch Chlor,

Brom oder Jod vertreten werden, z. B. in der Buttersäure = $C_8(H_5Cl_2)O_4$ und $C_8(H_3Cl_4)O_4$ u. s. w.

Alle Säuren dieser Gruppe können sogenannte *Amide* bilden; dieselben entstehen durch Behandlung der Aethyloxydsalze dieser Säuren mit Ammoniak, z. B. Acetamid = $C_4H_5O \cdot C_4H_3O_3 + H_3N = C_4H_3O_2 \cdot H_2N + C_4H_5O \cdot HO$. Die Amide dieser Säuren sind krystallisirbar, farblos, in Wasser und Alkohol löslich, unzersetzt sublimirbar, ohne Reaction auf Pflanzenfarben. Wie alle Amide zerfallen sie durch Behandlung mit starken Säuren oder Alkalien unter Aufnahme von Wasser in Ammoniak und die entsprechenden Säuren; durch salpetrige Säure wird aus ihnen unter Bildung von Wasser und Stickstoff die entsprechende Säure wieder erzeugt, z. B. $C_4H_5NO_2 + NO_3 = N + 2HO + C_4H_3O_3$. Nur die Amide dieser Gruppe von Säuren geben bei der Behandlung mit Kalium Cyankalium und einen Kohlenwasserstoff. Amide.

Werden endlich die Amide dieser Säuren mit wasserfreier Phosphorsäure behandelt, so bilden sich aus ihnen unter Verlust von 2 At. Wasser die sogenannten Nitrile, welche aber nichts weiter als die Cyanverbindungen gewisser den Säuren entsprechender Aetherarten sind. Sie bilden ölige, sehr flüchtige Flüssigkeiten, in Wasser weniger als in Alkohol und Aether löslich, ohne Reaction auf Pflanzenfarben; durch starke Säuren oder Alkalien zerfallen sie unter Aufnahme von 3 At. Wasser in Ammoniak und die entsprechende Säure, z. B. $C_{10}H_9N + 3HO = H_3N + C_{10}H_9O_3$. Mit Kalium behandelt liefern sie Cyankalium und Kohlenwasserstoffe. Man muss sie aber um so mehr als Cyanverbindungen betrachten, da z. B. das künstlich dargestellte Cyanaethyl alle Eigenschaften eines Nitrils an sich trägt; so zerfällt es z. B. bei Behandlung mit starken Alkalien in Metacetonsäure und Ammoniak, $C_6H_5N = C_4H_5 \cdot C_2N + 3HO = H_3N + C_6H_5O_3$. Die Blausäure, C_2NH, wäre das Nitril der Ameisensäure; denn auch sie zerfällt bekanntlich so leicht in Ameisensäure und Ammoniak. Gerade auf diesen Umstand wurde die oben angedeutete Theorie gegründet, wornach die Säuren dieser Nitrile, sind Verbindungen von Cyan mit Kohlenwasserstoffen.

Gruppe als Oxalsäuren gepaart mit den Kohlenwasserstoffen $= C_{2n}H_{2n+1}$ betrachtet wurden. Wir reihen daher hier auch die Oxalsäure jenen Säuren mit an.

Physiologisches Verhalten. Vorkommen dieser Säuren.

Die Säuren dieser Gruppe finden sich hauptsächlich in den Excreten vor oder erscheinen in den ersten Wegen als Gährungsproducte; man trifft sie daher hauptsächlich im Schweisse an, wo sie frei sind und sich daher durch ihre Flüchtigkeit und ihren Geruch leicht kenntlich machen; im Harn dagegen und in den festen Excrementen sind sie gewöhnlich an Alkalien oder Kalk gebunden.

Oxalsäure.

Die Oxalsäure finden wir ihrer grossen Verwandtschaft zum Kalk oder vielmehr der Unlöslichkeit dieses Salzes wegen im thierischen Organismus nur an Kalk gebunden vor; der oxalsaure Kalk erscheint unter dem Mikroskop am gewöhnlichsten in Oktaëdern (*F.* T. 1, F. 1 und T. 12, F. 6). In den festen Excrementen findet man ihn selten und zwar nur nach dem Genusse oxalsäurehaltiger Pflanzensäfte; häufig beobachtet man ihn dagegen im Harn, von dem er selbst einen normalen Bestandtheil auszumachen scheint. Seine Menge im Harn dürfte durch den Genuss vegetabilischer Nahrungsmittel, selbst wenn diese keine Oxalsäure enthalten, vermehrt werden; dafür spricht wenigstens, dass im Harn pflanzenfressender Thiere, z. B. der Pferde, Rinder u. s. w., constant erhebliche Mengen von oxalsaurem Kalk vorkommen. Ueberhaupt aber beobachtet man eine Vermehrung dieses Salzes nach sehr reichlicher Aufnahme von Nahrungsmitteln, selbst wenn dieselben animalischen Ursprungs sind; daher sehr oft nach kleinen Debauchen. Sehr gewöhnlich beobachtet man aber eine Vermehrung des oxalsauren Kalks im Harn nach kohlensäurereichen Getränken, nach dem Genusse von doppeltkohlensauren Alkalien, von organischsauren Salzen u. s. f., kurz nach allen Nahrungsmitteln und Getränken, welche das Blut mit Kohlensäure überladen. Dem entsprechend kommt auch eine Vermehrung des Kalkoxalats im Harne bei gestörtem Athmungsprocesse, Anhäufung von Kohlensäure im Blute und überhaupt bei gestörtem Stoffwechsel vor; deshalb hauptsäch-

lich bei Lungenemphysen, bei Herzkrankheiten, nach epileptischen Krämpfen, in der Convalescenz von Typhus u. s. w.

Bei der Würdigung des Vorkommens von oxalsaurem Kalk im Harn ist jedoch nicht ausser Acht zu lassen, dass sich bei der sogenannten sauren Harngährung immer neben einer andern Säure Oxalsäure bildet, die sich alsbald mit dem Kalk anderer Salze verbindet. Im frischen Harn findet man oft nicht eine Spur von Kalkoxalat; erst wenn die saure Harngährung soweit fortgeschritten ist, dass sich Krystalle freier Harnsäure ausgeschieden haben, tritt auch der oxalsaure Kalk auf. Zuweilen pflegt auch der Harn schon innerhalb der Harnblase in saure Gährung überzugehen und giebt dann Anlass zur Bildung maulbeerförmiger Harnsteine, die wesentlich aus oxalsaurem Kalk bestehen; sehr oft mag die Entstehung solcher Concremente weniger von durch die Nieren abgeschiedener Oxalsäure, als von jener Harngährung abzuleiten sein.

Ameisensäure ist einer der wesentlichsten Bestandtheile des *Schweisses*; unter den flüchtigen Bestandtheilen desselben ist sie bei weitem überwiegend. Im *Blute* hat man sie nur nach längerm Genuss von Zucker entdecken können. In den Flüssigkeiten des *Muskelfleisches* so wie in denen der *Milz* ist sie in geringen Mengen gefunden worden. Ameisensäure.

Auch die Essigsäure ist ein constanter Bestandtheil des *Schweisses*. Im *Blute* will man sie besonders nach Branntweingenuss gefunden haben, so wie in jener mit bedeutender Milzvergrösserung verbundenen Krankheit, die man Leuchaemie nennt. Geringe Mengen dieser Säure sind auch in dem aus *Muskeln* und aus der *Milz* ausgepressten Safte gefunden worden. Bei unvollkommener Verdauung gehen die Contenta des Magens zuweilen in saure Gährung über; wir finden dann im Erbrochenen Essigsäure. Essigsäure.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass geringe Mengen von Metacetonsäure überall da vorkommen, wo im Thierkörper Essigsäure oder Buttersäure auftritt; indessen ist sie mit Bestimmtheit noch nirgends nachgewiesen worden. Metacetonsäure.

Buttersäure findet sich nur in verhältnissmässig geringen Mengen im *Schweisse*, obgleich dieser oft stark darnach Buttersäure.

riecht. Buttersaure Salze sind im Blute noch nicht nachgewiesen worden, obgleich deren Gegenwart sehr wahrscheinlich ist. Im Safte der *quergestreiften und glatten Muskeln*, so wie in dem der *Milz* findet sie sich in geringen Mengen. Im *Harn* kommt sie selten vor. In den *Magencontentis* ist sie nur ein abnormer Bestandtheil, hervorgegangen aus Kohlenhydraten, die in Gährung übergegangen sind; dagegen pflegt sie ziemlich constant in den *Dickdarmcontentis* vorzukommen, indem die bis dorthin gelangten Kohlenhydrate durch den Dickdarmsaft gewöhnlich zur Buttersäuregährung disponirt werden.

Capronsäure. Ob die Capronsäure im *Schweisse* vorkomme, der oft einen ihr ähnlichen Geruch entwickelt, ist noch unentschieden; dasselbe gilt von der Capryl- und Caprinsäure. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass jene eigenthümlichen Gerüche, welche durch Behandlung verschiedenen Thierbluts mit Schwefelsäure aus demselben entwickelt werden, von diesen Säuren abhängig sind, und dass sie daher in irgend einer Verbindung praeformirt im *Blute* enthalten sein mögen. Dass in der *Milch* neben Margarin und Elaïn buttersaures, capronsaures, caprylsaures und caprinsaures Glycerin oder Lipyloxyd enthalten sind, ist längst ausser Zweifel gesetzt und daher auch ihre Gegenwart im Blute nicht unwahrscheinlich.

Caprylsäure. Caprinsäure.

Oenanthsäure und Pelargonsäure. Oenanthsäure und Pelargonsäure sind noch nirgends praeformirt im Thierkörper gefunden worden; sie treten höchstens als Zersetzungsproducte stickstoffhaltiger Materien auf.

Physiologischer Werth dieser Säuren. Schon aus dem Vorkommen aller Säuren dieser Gruppe lässt sich der Schluss ziehen, dass sie im thierischen Organismus keine besonders wichtige Rolle spielen; sie sind entweder, wie im Magen und Darmcanale, nur zufällig auftretende Stoffe, hervorgegangen aus Gährungsprocessen, oder sie charakterisiren sich als wahrhafte Ausscheidungsproducte und erscheinen daher vorzugsweise im Schweisse und Harn; da die Schweissdrüsschen hauptsächlich der Ausscheidung flüchtiger Stoffe dienen, so finden wir auch fast die ganze Reihe Säuren dieser Gruppe im Schweisse, während die Oxalsäure vorzugsweise im Harn auftritt, da sie nicht flüchtig ist und so lebhaft

sich mit Kalk vereinigt. Alle diese Stoffe sind darnach Producte der regressiven Stoffmetamorphose, d. h. sie gehen aus jenen Umwandlungen hervor, welche Gewebe und Säfte bei ihren physiologischen Functionen erleiden. Im Zustande völliger Gesundheit pflegt der thierische Organismus weniger von diesen Materien abzuscheiden, da sie dann grösstentheils weiter oxydirt und in Form von Kohlensäure und Wasser ausgeschieden werden. Wir sehen sie daher besonders dann in vermehrter Menge in den Excreten auftreten, wenn in Folge irgendwelcher pathologischer Processe der Oxydationsprocess im Blute beeinträchtigt ist. Dass Zustände, welche die Ausscheidung dieser Materien aus dem Blute hemmen, einen perversen Stoffwechsel und pathologische Erscheinungen bedingen müssen, ist selbstverständlich; welcher Art aber diese pathologischen Erscheinungen sind und ob sie mit dem, was man Rheumatismus nennt, coïncidiren, muss noch dahingestellt bleiben.

Feste Fettsäuren.

Diese Säuren, welche, wie bereits oben bemerkt, nur in einigen Eigenschaften von den oben beschriebenen Säuren differiren, gehen höchst wahrscheinlich ganz dieselben Verbindungsverhältnisse ein, wie die Säuren geringern Atomgewichts; nur bei einzelnen, z. B. bei der Cetylsäure ist auch in dieser Rücksicht die Homologie mit den Säuren der vorhergehenden Gruppe durch directe Versuche dargethan worden. So wie aber mehrere chemische Eigenschaften dieser Säuren in Folge des höhern Atomgewichts, d. h. eines aus zahlreichen Kohlenwasserstoffatomen bestehenden Radicals durchaus andre sind, als bei den eben betrachteten Säuren: so sind auch deren physiologische Beziehungen, ihr Werth für den thierischen Stoffwechsel u. s. w. durch den Reichthum an Kohlenwasserstoff andre geworden, als wir sie bei jenen Säuren kennen lernten. Feste Fettsäuren.

Von den oben angeführten festen Fettsäuren kommen Cocinsäure, Myristinsäure, Cetinsäure und Palmitinsäure in geringen Mengen im thierischen Fett vor, hauptsächlich aber Margarinsäure und Stearinsäure. Nur sehr selten trifft man diese Säuren frei in thierischen Vorkommen.

Flüssigkeiten an, ja nur in solchen, die bereits innerhalb oder ausserhalb des Körpers einen bestimmten Grad von Zersetzung erlitten haben, so z. B. im Eiter, der entweder an der Luft sauer geworden oder den sog. kalten Abscessen, Senkungsabscessen entlehnt ist. Man beobachtet dort besonders die wirtel- und grasförmigen Büschel von Margarinsäurenadeln (*F.* T. 11, F. 5). Zuweilen findet man sie noch in den Flüssigkeiten beim Hydrops saccatus; sehr oft sind sie auch frei in den festen Excrementen nachzuweisen.

Viel häufiger sind diese Säuren an Alkalien gebunden und kommen als solche Salze im Blute, im Chylus, im Speichel, in Exsudaten, besonders aber in der Galle und im Eiter vor.

Neutrale Fette.

Ihren physiologischen Werth aber bedingt das Vorkommen dieser Säuren in Form sogenannter neutraler Fette, in welchen sie an die stickstofffreie, glyceringebende Basis, Lipyloxyd, gebunden sind. Stets mit mehr oder weniger ölsaurem Lipyloxyd, Elaïn, gemengt, bilden sie das gewöhnliche thierische Fett, welches theils in besondern Zellen hauptsächlich im Unterhautbindegewebe abgelagert ist, theils auch in Tropfenform in den meisten thierischen Säften und vorzüglich in der Milch suspendirt gefunden wird.

Vorkommen in Geweben,

Bekanntlich unterscheiden die Anatomen ein besondres Fettgewebe, d. i. Zellgewebe, in welchem die erwähnten ovalen oder polyëdrischen Fettzellen abgelagert sind. An manchen Organen ist das Fettgewebe ein integrirender Bestandtheil, der selbst in Krankheiten niemals gänzlich schwindet, z. B. in der *Augenhöhle*, zwischen den Muskelbündeln des *Herzens*, zwischen den *Gesichtsmuskeln*. Sehr variable Mengen solcher Fettzellen finden sich dagegen im Bindegewebe *unter der Lederhaut*, in dem die *Muskeln* einhüllenden Bindegewebe, besonders zwischen den Glutaeen, unter der Haut der Fusssohle und des Handtellers. Oft sind die *Sehnen* von Fettsäckchen umhüllt, die zuweilen in die Gelenke hineinragen (*Havers*'sche *Drüsen*). Starke Anhäufungen von Fettzellen finden sich ferner zwischen den Blättern des *grossen Netzes*, um die *Nieren* herum und besonders in den weiblichen

Brüsten. Das Mark der Knochen besteht grösstentheils aus elaïnreichem Fett. Sehr arm an Fett und völlig frei von Fettzellen sind das Lungengewebe, die Eichel, die Clitoris und das Gehirn.

Auch in thierischen Säften kommt das Fett theils frei in Tröpfchen, theils in besondern Hüllen eingeschlossen vor, und zwar nicht in geringen Mengen, so z. B. in der *Milch*, wo jedes Tröpfchen von einer feinen Membran umgeben ist; im *Eidotter* ist das Fett theils auch in Membranen eingeschlosssn, theils tropfenförmig suspendirt; dasselbe gilt vom *Chylus*, namentlich nach fettreicher Nahrung und zum Theil auch von der *Lymphe*. Im *Blute* sind dagegen mehr verseifte und aufgelöste Fette, als freie suspendirte enthalten. Nur unter besondern Umständen nimmt das suspendirte, unverseifte Fett im Blute zu, z. B. kurze Zeit nach dem Genusse fettreicher Nahrung, oft bei Schwangern, hauptsächlich aber bei Säufern, wenn sich bei denselben bereits Lebergranulation eingestellt hat. Die *festen Excremente* enthalten viel freies Fett, theils nach überreichlichem Fettgenuss, besonders wenn gleichzeitig Diarrhoee eingetreten ist, oder wenn der Zufluss der Galle zum Darme entweder ganz gehindert oder nur beeinträchtigt ist, sei die Ursache mechanische Verstopfung der Gallengänge (durch Krampf, Gallenconcremente, Duodenalkatarrh) oder mangelhafte Secretion der Galle. In Flüssigkeiten.

Manche Organe, wie die *Leber*, *Milz* und selbst die *Nieren* enthalten im normalen Zustande immer mehr oder weniger Fett in den ihnen eigenthümlichen Zellen eingeschlossen oder ausserhalb der Zellen; in pathologischen Zuständen aber, besonders nach dem Ablaufe von Gewebsentzündungen dieser Organe häufen sich feine Fettkörnchen theils in den Zellen, theils ausserhalb derselben in sehr grossen Mengen an; man hat diesen Zustand *fettige Degeneration* genannt und als Ausgang der Entzündung betrachtet. Fettige Degeneration gewisser Organe.

Abnormer Weise sammelt sich auch Fett in *Balggeschwülsten* und sog. *Lipomen* an; so sind auch Krebsgeschwülste oft sehr fettreich. Bilden sich ferner im Körper durch Substanzverlust, durch zu jähe Resorption u. dergl. Hohlräume, so

wird an der Stelle der zu Grunde gegangenen Gewebe oft Fett abgelagert, so in *gelähmten Muskeln* und in durch irgend einen pathologischen Process *rarificirtem Knochengewebe*.

Einflüsse auf die Quantitäten des in den Organen abgelagerten Fettes.

Betrachten wir den Fettreichthum des Thierkörpers im Allgemeinen, so finden wir, dass derselbe je nach dem *Lebensalter* sehr wechselt, während in den frühern Perioden des Foetallebens dem Organismus fast alles Fett fehlt, finden wir dasselbe bei Neugebornen gewöhnlich in grosser Menge angesammelt; dieser Fettreichthum pflegt erst gegen die Entwicklung der Pubertät hin erheblich abzunehmen, steigt aber wieder im Mannesalter und schwindet bedeutend im Greisenalter. Der *weibliche Körper* ist durchschnittlich fettreicher und geneigter zu Fettablagerungen, als der männliche. Dass geschlechtliche Reizbarkeit, angestrengte Muskelthätigkeit, Nahrungsweise, Temperament und Gemüthszustände von nicht geringem Einfluss auf die Fettablagerung im Körper sind, lehrt die tägliche Erfahrung.

Ursprung des Fetts im Thierkörper.

Dass der Ursprung der Fette des Thierkörpers hauptsächlich in dem Fettgehalte der Nahrungsmittel zu suchen sei, ist nicht zu bezweifeln; indessen haben die sorgfältigsten statistisch-chemischen Versuche theils an milchgebenden Thieren, theils an solchen, die der sogenannten Mast unterlagen, theils an nur mit Zucker gefütterten Bienen erwiesen, dass auch der thierische Organismus gleich dem pflanzlichen das Vermögen der Fettbildung besitze. Der thierische Organismus muss solchen Bestimmungen nach, die eine weit grössere Zunahme von Fett auswiesen, als aus den Nahrungsmitteln herzuleiten war, die Fähigkeit besitzen, entweder aus den ihm zugeführten Kohlenhydraten oder den stickstoffhaltigen Proteïnkörpern Fett zu erzeugen. Wir werden später bei der Betrachtung des thierischen Stoffwechsels im Allgemeinen näher auf die Gründe eingehen, welche für die eine oder die andre Bildungsweise des Fettes im Thierkörper sprechen; doch müssen wir schon hier das Bekenntniss ablegen, dass wir nicht wissen, auf welche Weise, durch welchen Process und nach welcher chemischen Gleichung sich das Fett aus Kohlenhydrat oder Proteïnsubstanz herausbilde. Wir kennen daher ebensowenig

die Stätte, wo die Fettbildung eigentlich vor sich geht, als wir überhaupt wissen, ob der Organismus auch bei hinreichender Fettzufuhr sich noch seines Fettbildungsvermögens bediene.

Physiologischer Werth der Fette, sie gewähren

Die Fette haben für den thierischen Organismus einen sehr hohen **physiologischen Werth**, so dass wir bei Betrachtung der allgemeinen Stoffmetamorphose noch ausführlicher auf dieselben werden zurückkommen müssen. Hier gnüge zur Beurtheilung der physiologischen Functionen der Fette nur soviel: Wir sehen zuvörderst das Fett besonders an den Theilen angehäuft, welche heftigern *Stössen* oder Druckkräften von Aussen ausgesetzt sind; es dient dort als Polster oder Stosskissen, um die Vehemenz solcher äussern Eindrücke möglichst zu neutralisiren. Wir sehen es daher nicht blos unter der Fusssohle, der Hohlhand und der Tuberositas ischii, sondern auch in besondre Säcke eingeschlossen in die Gelenkhöhlen zwischen die Knochen gelagert.

mechanische Vortheile. sie schützen vor Stössen

Das Fett füllt ferner Hohlräume zwischen Muskeln und andern Organen aus, um diesen mehr *freie Beweglichkeit* zu gestatten, daher dessen Anhäufung im Netze, in der Augenhöhle und zwischen den Herzmuskeln.

bedingen grössere Beweglichkeit der Organe an einander

Dass Organe, wie die Knochen, namentlich wenn ihr Gewebe rarificirt ist, durch den Fettgehalt weniger brüchig und gewissermaassen *geschmeidiger* werden, bedarf kaum der Erwähnung.

machen gewisse Gewebe geschmeidiger

Das Fett ist ferner ein *schlechter Wärmeleiter;* um daher den Verlust der Körpers an freier Wärme durch Strahlung möglichst zu verringern, sehen wir im Unterhautzellgewebe grössere oder geringere Mengen Fett abgelagert. Die bedeutenden Schwankungen in der äussern Temperatur würden weit leichter und nachtheiliger auf das thierische Leben einwirken, wenn der Thierkörper nicht dagegen durch den Panniculus adiposus cutis einigermaassen geschützt wäre; so dient besonders das fettreiche grosse Netz den Processen der Verdauung als schützende, wärmezurückhaltende Decke.

schützen vor zu grossem Wärmeverlust.

Die Fette dienen vor allen andern Körpern dazu, die **thierische Wärme** *zu erregen und zu unterhalten;* es ist

Chemische Vortheile.

sie erhalten die thierische Wärme, eine physikalische Nothwendigkeit, dass bei der allmähligen oder schnellen Oxydation der Fette im thierischen Organismus eine grosse Menge Wärme frei werde; sie enthalten nur wenig gebundenen Sauerstoff; daher muss der durch die Respiration aufgenommene gasige Sauerstoff hauptsächlich mit zur Oxydation dieser Stoffe verwendet werden, die ja nur selten als solche, gewöhnlich aber unter der Form von Kohlensäure und Wasser, also vollkommen verbrannt, wieder ausgeschieden werden.

vermitteln die Stoffmetamorphose

Ueberhaupt sind aber die Fette sehr wichtige *Vermittler der thierischen Stoffmetamorphose.* Wie zur schleunigen Einleitung der Milchgährung wenigstens geringe Mengen Fett nothwendig sind, so scheinen auch einigen Versuchen nach die Fette nicht ohne Einfluss auf die *Magenverdauung* zu sein. Das Vorkommen des Fettes im Ei, im Eiter, in allen plastischen Exsudaten, in allen zellenreichen Organen deutet sichtlich darauf hin, dass das Fett auch bei der Zellenbildung eine wichtige Rolle spiele; bis jetzt hat man wenigstens noch keine thierische Zelle, kein zellenbildendes Plasma beobachtet, in dem nicht nachweisbare Mengen Fett enthalten gewesen wären. Ob freilich das Fett, wie man angenommen hat, in Form von Körnchen oder Bläschen gewissermaassen die erste Anlage zur Zellenbildung darbiete, muss vorläufig noch dahingestellt bleiben.

und tragen zur Gallenbildung bei.

Endlich kann hier nicht unerwähnt bleiben, dass auch ein Theil des dem Körper zugeführten Fettes zur *Bildung der harzigen Säure der Galle*, der Cholsäure, beiträgt; genaue Vergleichsanalysen des Pfortader- und Lebervenenbluts, vergleichende Versuche, an mit Gallenblasenfisteln versehenen Thieren und an gesunden Thieren, oder an solchen, die man verhungern liess, über die Mengen excernirter Kohlensäure angestellt, haben im Verein mit gewissen pathologischen Thatsachen der Hypothese hohe Wahrscheinlichkeit gegeben, dass ohne Fett keine Gallenbildung möglich sei; die chemische Constitution und die Umwandlungsproducte der Cholsäure sprechen weit mehr für als gegen diese Hypothese.

Bernsteinsäuregruppe $= C_n H_{n-2} O_3 . HO$.

Bernstein-säuren.

Die Säuren dieser Gruppe:

Bernsteinsäure . .	$C_4 H_2 O_3 . HO$
Lipinsäure . . .	$C_5 H_3 O_3 . HO$
Adipinsäure . . .	$C_6 H_4 O_3 . HO$
Pimelinsäure . .	$C_7 H_5 O_3 . HO$
Korksäure . . .	$C_8 H_6 O_3 . HO$
Brenzölsäure . .	$C_{10} H_8 O_3 . HO$

kommen fast nur als künstliche Zersetzungsproducte thierischer Substanzen, namentlich der Fette, in Betracht; sie entstehen hauptsächlich durch Oxydation letztgenannter Stoffe durch Salpetersäure. Ihrer Constitution nach kann man in ihnen entweder ein mit einem Doppelatom Kohlenstoff gepaartes Radical $= (C_n H_n)^{\frown} C_2$ oder ein sauerstoffhaltiges Radical $= C_n H_{n-2} O_2$ annehmen.

Diese Säuren sind sämmtlich leicht krystallisirbar, geruchlos, schmelzen erst über 100°, sind unzersetzt sublimirbar, löslich in Wasser, Alkohol und Aether, (die Löslichkeit steht auch hier im umgekehrten Verhältniss zum Atomgewicht der Säure), röthen Lackmus, liefern mit Kalihydrat geschmolzen neben flüchtigen Producten Oxalsäure.

Nur die Bernsteinsäure (*F.* T. 1, F. 4) ist bis jetzt einmal im Thierkörper und zwar im flüssigen Inhalte von Hydatiden gefunden worden; sie mag indessen wohl öfter in geringern Mengen vorkommen.

Die Brenzölsäure oder Fettsäure (*F.* T. 1, F. 5) ist nur insofern beachtenswerth, als sie bisher aus keiner andern Substanz als aus der Oelsäure oder dem Elaïn (und zwar durch trockne Destillation) hat dargestellt werden können.

Oelige Fettsäuren $= C_n H_{n-3} O_3 . HO$.

Oelsäuren.

Hierzu gehören folgende Säuren:

Acrylsäure . . .	$C_6 H_3 O_3 . HO$
Damalursäure . .	$C_{14} H_{11} O_3 . HO$
Damolsäure . .	$C_{26} H_{23} O_3 . HO$
Oelsäure . . .	$C_{36} H_{33} O_3 . HO$
Döglingsäure . .	$C_{38} H_{35} O_3 . HO$
Erucasäure . . .	$C_{44} H_{41} O_3 . HO$

Die drei ersten dieser Säuren sind ölige flüchtige Flüssigkeiten, in Wasser etwas löslich, leichter in Alkohol und Aether, röthen Lackmus; sie mögen zu den drei andern Säuren dieser Gruppe in demselben Verhältnisse stehen, wie die flüchtigen Fettsäuren zu den festen.

Die drei letztgenannten Säuren, eigentliche Oelsäuren, sind bei mittlerer Temperatur ölig flüssig, krystallisiren bei niedern Temperaturen, meist noch über 0°, sind in Wasser völlig unlöslich, leicht in heissem Alkohol und Aether, röthen Lackmus schwach, zersetzen sich beim Erhitzen und haben im Uebrigen die meisten Eigenschaften mit den festen Fettsäuren gemein.

Damalur- und Damolsäure.

Die Damalursäure und Damolsäure sind bis jetzt nur unter den flüchtigen Bestandtheilen des Kuhharns gefunden worden, haben daher noch kein grösseres physiologisches Interesse erlangt.

Döglingsäure.

Auch die Döglingsäure ist bis jetzt nur einmal, nämlich im Thrane von Balaena rostrata, gefunden worden.

Oelsäure.

Die Oelsäure dagegen finden wir überall da, wo Margarinsäure und Stearinsäure vorkommen, daher an Alkalien gebunden in dem *Blute* und in der *Galle*, frei in saurem *Eiter*, an Lipyloxyd gebunden als Elaïn in *Zellgewebsfett* und wo sonst freies Fett im Thierkörper vorkommt.

Physiologisches Verhalten.

Das Thierfett enthält durchschnittlich weit weniger Elaïn, als das Pflanzenfett. Ob ein Theil der mit dem Pflanzenfett aufgenommenen Oelsäure in Margarinsäure verwandelt wird, oder ob bei dem thierischen Stoffwechsel die Oelsäure schneller consumirt wird als die Margarinsäure, lässt sich bis jetzt noch nicht entscheiden. Im Thierkörper sind übrigens Margarin und Elaïn nicht gleichförmig gemengt; so ist an einer Stelle das Fettgemenge reicher an Elaïn, an einer andern reicher an Margarin; der Panniculus adiposus renum enthält z. B. mehr Margarin und Stearin, das Knochenmark weit mehr Elaïn u. s. w. Im Allgemeinen dürfte die Function des Elaïns der der andern freien Fette völlig entsprechen.

Benzoësäuregruppe = $C_n H_{n-9} O_3 \cdot HO$.

Zu dieser Gruppe gehören die Säuren: Benzoë-säuren.

Benzoësäure . .	$C_{14} H_5 O_3 \cdot HO$
Myroxylinsäure .	$C_{15} H_6 O_3 \cdot HO$
Toluylsäure . .	$C_{16} H_7 O_3 \cdot HO$
Cuminsäure . .	$C_{20} H_{11} O_3 \cdot HO$
Copaïvasäure . .	$C_{40} H_{31} O_3 \cdot HO$

Obgleich die Zimmtsäure $C_{18} H_7 O_3 \cdot HO$ ihrer Zusammensetzung nach durch 2 Aeq. Wasserstoff sich von den Säuren dieser Gruppe unterscheidet, so haben doch ihre chemischen Eigenschaften und ihr physiologisches Verhalten so viel Aehnliches mit jenen, dass sie hier eingereiht zu werden verdient.

Alle diese Säuren sind fest, in Nadeln oder Schuppen krystallisirbar, geruchlos, schmelzbar, unzersetzt sublimirbar, schwerlöslich in kaltem Wasser, leicht in heissem, leicht auch in Alkohol, weniger in Aether, röthen Lackmus. Ebenso analog sind ihre Salze.

Nicht unerwähnt kann hier bleiben, dass sich an diese Säuren eine andere in ihren Eigenschaften höchst ähnliche Gruppe von Säuren anschliesst, in denen dieselben Kohlenwasserstoffatome mit je 5 At. Sauerstoff verbunden sind, nämlich: Analoge Säuren mit 5 At. Sauerstoff.

Salicylsäure	$C_{14} H_5 O_5 \cdot HO$	entsprechend	der	Benzoësäure
Anissäure .	$C_{16} H_7 O_5 \cdot HO$	,,	,,	Toluylsäure
Cumarinsäure	$C_{18} H_7 O_5 \cdot HO$	,,	,,	Zimmtsäure
Copalsäure	$C_{40} H_{31} O_5 \cdot HO$	,,	,,	Copaïvas.

In naher Beziehung zu diesen Säuren stehen gewisse, im Pflanzenreiche vorkommende, bald mehr saure, bald mehr basische, bald indifferente ölig flüchtige Substanzen, die 1 At. Wasserstoff mehr und 1 At. Sauerstoff weniger als die entsprechenden Säuren enthalten: Deren Aldehyde.

Benzoylwasserstoff	$C_{14} H_6 O_2$	entsprechend	der	Benzoësäure
Salicylwasserstoff	$C_{14} H_6 O_4$	,,	,,	Salicylsäure
Cinnamylwasserstoff	$C_{18} H_8 O_2$	,,	,,	Zimmtsäure
Cumarin . . .	$C_{18} H_8 O_4$	,,	,,	Cumarins.
Cumin	$C_{20} H_{12} O_2$	,,	,,	Cumins.

Da das eine At. Wasserstoff in diesen Verbindungen leicht durch Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Cyan vertreten werden kann, so hat man auch das eine At. Sauerstoff in den entsprechenden Säuren als dem Wasserstoff substituirt angenommen und betrachtet darnach dieselben als einfache Oxyde eines sauerstoffhaltigen Radicals, nämlich $C_n H_{n-9} O_3 = (C_n H_{n-9} O_2)O$.

Amide. Für diese Anschauungsweise der Zusammensetzung dieser Säuren spricht auch die Existenz der Amide dieser Säuren, indem man diese als Ammoniak betrachten kann, in welchen 1 Aequ. Wasserstoff durch das sauerstoffhaltige Radical der Säure ersetzt ist, z. B. Benzamid = $(C_{14} H_5 O_2) H . H . N$.

Nitrile. Dagegen sprechen zwei andre Körpergruppen, welche mit diesen Säuren zusammenhängen, mehr für die Hypothese, nach der auch in diesen Säuren sich ein Radical befindet, gepaart aus 2 At. Kohlenstoff und einem Kohlenwasserstoff = $C_n H_{n-7}$. Dies sind zunächst die Nitrile, sauerstofffreie Körper, welche gleich den früher erwähnten Nitrilen flüchtige entzündliche Flüssigkeiten von der Zusammensetzung $C_n H_{n-9} N$ darstellen. Da diese mit Kalium Cyan liefern, so möchte man geneigt werden, auch hier die 2 an das Cyan übergehenden Atome Kohlenstoff als nicht unmittelbar den Kohlenwasserstoff $C_n H_{n-9}$ bildend anzusehen, sondern vielmehr = $(C_n H_{n-7})^\frown C_2$.

Theoretische Constitution dieser Säuren. Für diese letztre Ansicht spricht besonders die Existenz gewisser Kohlenwasserstoffe, welche durch Erhitzen jener Säuren mit überschüssigen Alkalien erhalten werden, z. B. Benzol aus Benzoësäure = $C_{14} H_5 O_3 . HO - 2CO_2 = C_{12} H_6$; so entsteht Cumol, $C_{18} H_{12}$, aus Cuminsäure, und Toluol, $C_{14} H_8$, aus Toluylsäure. Da in diesen Kohlenwasserstoffen 1 At. Wasserstoff durch Chlor, Brom, Jod oder Untersalpetersäure vertreten werden kann, so ist man berechtigt, sie als Wasserstoffverbindungen der Radicale $C_{12} H_5$, $C_{18} H_{11}$ und $C_{14} H_7$ anzusehen; dies sind aber gerade die Radicale, welche obige Hypothese in jenen Säuren als mit einem Doppelatom Kohlenstoff gepaart voraussetzt.

Physiologisches Verhalten der Benzoësäure, Von den Säuren dieser Gruppe verdient in physiologischer Beziehung nur die Benzoësäure (*F.* T. 1, F. 6) und die Salicylsäure eine kurze Erwähnung; erstre Säure kommt

nur gepaart und zwar in Amidform als Hippursäure in thierischen Flüssigkeiten vor. Nur in Folge von Zersetzung letztgenannter Säure findet man sie im Harn nach vegetabilischer Nahrung; frischer Harn enthält niemals Benzoësäure.

Nach dem Genusse von Benzoësäure findet man stets grössere Mengen von Hippursäure im Harn; sie geht dann aber auch in den Schweiss über und lässt sich dort nur als solche, nicht aber in irgend einer stickstoffhaltigen Verbindung nachweisen.

der Salicylsäure.

Salicylsäure findet sich nur im Harn neben Salicylwasserstoff nach Genuss von Salicin; da sie im Castoreum vorkommt (in Folge des reichlichen Genusses von Weidenrinden seitens der Biber), so dürfte sie wohl im Harn dieser Thiere als normaler Bestandtheil neben Salicylwasserstoff enthalten sein.

Milchsäuregruppe.

Milchsäuregruppe $= C_nH_{n-1}O_5 . HO$.

Hieher gehören:

Glycinsäure	. . .	$C_4H_3O_5 . HO$
Milchsäure	. . .	$C_6H_5O_5 . HO$
Leucinsäure	. .	$C_{12}H_{11}O_5 . HO$.

Chemische Eigenschaften.

Diese Säuren bilden im wasserärmsten Zustande ölige Flüssigkeiten, von stark saurem Geschmack, ohne Geruch, löslich in Wasser, Alkohol und Aether fast in jedem Verhältnisse, röthen Lackmus stark, zersetzen sich beim Erhitzen, bilden mit Basen lösliche, zum Theil gut krystallisirbare Salze.

Theoretische Constitution.

Nach den obigen empirischen Formeln könnte man leicht auf den Gedanken kommen, diese Säuren nur als höhere Oxydationsstufen derselben Kohlenwasserstoffe zu betrachten, die wir bei den flüchtigen Fettsäuren kennen lernten; darnach würde die Glycinsäure der Essigsäure, die Milchsäure der Metacetonsäure und die Leucinsäure der Baldriansäure entsprechen: allein eine andere Hypothese hat durch einige Thatsachen hohe Wahrscheinlichkeit erlangt; man betrachtet darnach diese Säuren als mit Aldehyden gepaarte Ameisensäuren:

Glycinsäure	$= C_2H_2O_2 . C_2HO_3 . HO$
Milchsäure	$= C_4H_4O_2 . C_2HO_3 . HO$
Leucinsäure	$= C_8H_8O_2 . C_2HO_3 . HO$.

Eine Analogie für diese Constitution haben wir in der Mandelsäure, die man schon längst als gepaart aus Benzoylwasserstoff und Ameisensäure ($C_{14}H_6O_2 . C_2HO_3 . HO = C_{16}H_7O_5 . HO$) angesehen hat. Manche milchsaure Salze entwickeln auch in der That bei der trocknen Destillation das Essigsäurealdehyd; weit mehr spricht aber für diese Hypothese die künstliche Darstellung der Milchsäure aus Alanin ($C_6H_7NO_4$). Das Alanin selbst wird bekanntlich aus Aldehyd-Ammoniak und Blausäure durch Digestion mit Salzsäure dargestellt ($C_4H_4O_2 + C_2HN + 2HO = C_6H_7NO_4$); behandelt man Alanin mit salpetriger Säure, so bildet sich Stickstoff, Wasser und Milchsäure; man kann sich dabei denken, dass das Aldehyd im Alanin unverändert geblieben ist und aus der Blausäure, wie auch sonst so leicht, Ameisensäure sich bildet.

Physiologisches Verhalten der Glycinsäure und Leucinsäure,

Die Glycinsäure und Leucinsäure sind bis jetzt noch nie praeformirt im thierischen Organismus gefunden worden; erstere Säure bildet jedoch mit der Benzoësäure eine gepaarte Säure, deren Amid die vorzüglich im Harn der Pflanzenfresser vorkommende Hippursäure ist.

der Milchsäure. Vorkommen derselben.

Milchsäure findet sich sehr häufig, jedoch keineswegs immer, im *Magensafte* neben Salzsäure. Im *Speichel* ist diese Säure nur bei Diabetes mit Sicherheit nachweisbar. Die saure Reaction, welche der *Inhalt des Duodenums und Jejunums* hauptsächlich nach vegetabilischer Nahrung zeigt, rührt grösstentheils von Milchsäure her; oft findet man im Duodenum pflanzenfressender Thiere milchsauren Kalk (*F.* T. 2, F. 1). Auch der Dickdarminhalt, der nach stärkmehl- und zuckerreicher Kost so stark saure Reaction zeigt, verdankt dieselbe der durch Gährung entstandenen Milchsäure, die hier, wie oben schon bemerkt, von Buttersäure begleitet ist.

Im *Chylus* des Milchbrustganges von Pferden ist nach Fütterung mit Hafer und Stärkmehl diese Säure nachweisbar; dass sie auch in der *Lymphe* vorkomme, wird einigen Beobachtungen nach wenigstens wahrscheinlich.

Im *Blute* ist Milchsäure im normalen Zustande nicht nachzuweisen, da sie daselbst, sei sie demselben vom Darme aus oder von einzelnen Organen zugeführt, sehr schnell oxy-

dirt und vollständig verbrannt wird. Ins Blut injicirte milchsaure Alkalien verschwinden sehr bald aus demselben und erscheinen im Harn als kohlensaure Salze. In krankhaftem Blute dagegen, hauptsächlich bei Puerperalfieber und bei Leuchaemie, ist sie unzweifelhaft nachgewiesen.

Zuweilen kommt sie in eitrigen *Exsudaten* vor, die lange Zeit in der Abscesshöhle verweilt haben.

In gesunder *Milch* ist diese Säure nicht enthalten; sie bildet sich aber sehr bald in derselben aus dem Milchzucker durch Gährung.

In ziemlich grossen Mengen ist ferner Milchsäure in dem Safte *quergestreifter* sowohl als *glatter Muskeln* enthalten.

Auch in dem sauren Safte der *Milz* finden sich Milchsäure und deren Alkalisalze.

Im *Harn* findet sich zuweilen, aber nicht constant, Milchsäure; nur wenn sie im Blute nicht vollständig verbrennt, geht sie in jenen über; daher finden wir sie im Harn von Thieren nach stärkmehlreicher Fütterung und stetem Aufenthalte im Stalle, ferner bei Respirationsstörungen durch Lungenemphysem oder tuberculöse Ablagerungen. Sehr oft bildet sie sich aber erst im Harn durch saure Gährung (siehe *Harn*).

Ursprung der Milchsäure im Organismus.

Schon aus dem Vorkommen der Milchsäure ist ersichtlich, dass sie im thierischen Organismus einen doppelten Ursprung hat; sie entsteht nämlich in den ersten Wegen durch Gährung der Amylacea; da sie sich aber in den Muskeln in um so grösserer Menge vorfindet, je mehr dieselben vorher in Thätigkeit waren, so dürfte sie dort sich als Umwandlungsproduct der Muskelfaser herausstellen.

Physiologischer Werth derselben.

Der physiologische Werth der Milchsäure dürfte nicht allzugering anzuschlagen sein; denn erstens bedingt sie neben der freien Salzsäure wesentlich die verdauende Kraft des Magensaftes; keine andre mineralische oder organische Säure kann jene beiden Säuren im Magensafte ersetzen; zweitens trägt die Milchsäure in den ersten Wegen als freie Säure nach endosmotischen Gesetzen wesentlich zur Resorption oder Transsudation der verdauten Nahrungsmittel in das alkalische Blut oder die Lymphe bei; drittens wird sie durch die leichte

Verbrennlichkeit ihrer Salze im Blute einen erheblichen Beitrag zur Unterhaltung der thierischen Wärme liefern, und endlich vielleicht in den Muskeln dem alkalischen Blute gegenüber eine elektrische Spannung erregen, welche möglicher Weise auf die Muskelfunction selbst von Einfluss ist.

Stickstofflose gepaarte Säuren.

Gepaarte stickstofffreie Säuren.

Die Körper, welche wir unter dieser Bezeichnung zusammenstellen, bilden keine geschlossene Gruppe und besitzen keinerlei gemeinschaftliche Charaktere; nur die Unmöglichkeit, sie bis jetzt rationeller zu classificiren, und der Umstand, dass, lässt man einmal den Begriff der Paarung noch gelten, Stoffe von mehr als 3 At. Sauerstoff sicherlich als gepaart anzusehen sind, veranlasst uns, hier eine solche Gruppe aufzustellen. In die Zoochemie gehören von diesen Säuren vorläufig nur drei, nämlich:

Benzoglycinsäure $C_{18}H_7O_7 . HO$
Lithofellinsäure $C_{40}H_{36}O_7 . HO$
Cholsäure . . $C_{48}H_{39}O_9 . HO$.

Benzoglycinsäure.

Die **Benzoglycinsäure**, die als aus Benzoësäure und Glycinsäure gepaart $= C_{14}H_5O_3 . C_4H_3O_5$ betrachtet wird, da sie durch Erwärmen mit verdünnten Säuren so leicht in jene beiden Säuren zerfällt, ist bis jetzt im thierischen Organismus noch nicht praeformirt gefunden worden; sie hat für die Zoochemie nur in sofern ein Interesse, als sie aus der Hippursäure durch Behandlung derselben mit Stickstoffoxyd hervorgeht, weshalb jene Säure als die Amidverbindung der Benzoglycinsäure betrachtet zu werden pflegt.

Lithofellinsäure.

Die **Lithofellinsäure**, eine krystallinische harzartige Säure, ist nur in gewissen, seltnern Darmconcrementen mancher Ziegengattungen, in sog. *Bezoaren*, gefunden worden; man weiss aber nicht einmal, ob diese Säure von den Nahrungsmitteln jener Thiere herrührt, oder ob sie Product der Lebersecretion oder einer andern Ausscheidung im Darmcanale ist.

Cholsäure.

Die **Cholsäure** (*F.* T. 5, F. 2), welche namentlich auf Einwirkung von Säuren so leicht in die ihr isomere *Choloïdin-*

säure und nach längerer Einwirkung in *Dyslysin* übergeht, findet sich in der *Galle* nur gepaart mit Taurin oder Glycin und in diesen Verbindungen geht sie auch bei abnormen Zuständen in das Blut und andre Säfte über; im *Darmcanale* dagegen wird sie sehr bald von jenen stickstoffhaltigen Paarlingen getrennt und zum Theil in Choloïdinsäure und Dyslysin verwandelt. In sehr geringen Mengen findet man sie in den normalen Excrementen; nur bei Diarrhoeen geht sie in grössern Mengen in dieselben über. **Vorkommen derselben.**

Dass die Cholsäure erst in der Leber gebildet wird, ist ziemlich ausser Zweifel gesetzt; ungewiss ist es aber, aus welchem Material, aus welchen Stoffen in der Leber diese harzige Säure erzeugt wird. Da zur Gallenbildung überhaupt Fette verwendet werden, wie theils aus genauen Vergleichsanalysen des der Leber zuströmenden und abströmenden Blutes theils aus sorgfältigen statistischen Versuchen an lebenden Thieren hervorgeht, so hat die Hypothese nichts absurdes, dass diese Säure hauptsächlich aus Oelsäure und einem Kohlenhydrat ($C_{36}H_{33}O_3 + C_{12}H_6O_6 = C_{48}H_{39}O_9$) combinirt werde, zumal da in der Leber erwiesenermaassen ein Kohlenhydrat, nämlich Zucker, gebildet wird. Die chemischen Zersetzungsproducte sind dieser Hypothese wenigstens nicht entgegen; denn die Cholsäure liefert bei ihrer Zerlegung durch concentrirte Salpetersäure ganz dieselben Zersetzungsproducte, wie die Oelsäure, neben diesen aber noch ein Kohlenhydrat, die Cholesterinsäure $= C_8H_4O_4$. **Bildung der Cholsäure.**

Stickstoffhaltige basische und indifferente Stoffe.

Wir fassen hier blos die einfacheren, stickstoffhaltigen Stoffe zusammen, welche man früher als organische Basen oder als Alkaloïde betrachtete; es finden aber hier von den stark basischen Körpern zu den völlig indifferenten so leise Uebergänge statt, dass sich zwischen ihnen keine bestimmte Grenze ziehen lässt. Jene zusammengesetzteren Atomencomplexe, wie die Proteïnkörper, leimartigen Substanzen u. s. w. nehmen wir um so weniger in diese Classe auf, da man deren theoretische Constitution bis jetzt auch noch nicht im entferntesten zu errathen im Stande gewesen ist; dagegen vermag man sich wenigstens nach den oben berührten, jetzt in der Chemie gültigen Principien ein Bild von der theoretischen Constitution der hieher gehörigen Stoffe zu schaffen. Wir haben nämlich bereits in der Einleitung bemerkt, dass sich für eine sehr grosse Anzahl stickstoffhaltiger, organischer Körper das Ammoniak als Grundtypus betrachten lasse, indem einzelne oder alle Atome Wasserstoff desselben durch zusammengesetzte Elemente, sogenannte Radicale, vertreten werden können. Stark basische und zwar flüchtige Stoffe entstehen, wenn an die Stelle von einem oder mehrern Atomen Wasserstoff des Ammoniaks Kohlenwasserstoffe treten; es bilden sich dann die sog. flüchtigen, sauerstofffreien Alkaloïde, von denen je nach der Zusammensetzung des Kohlenwasserstoffs mehrere

Theoretische Constitution nach dem Typus des Ammoniaks,

homologe Reihen unterschieden werden können; wir haben daher eine Methylaminreihe $= (C_n H_{n+1}) . H . H . N$, eine Phenylaminreihe $(C_n H_{n-7}) . H . H . N$ u. s. w. Werden ein oder mehrere Atome Sauerstoff durch sauerstoffhaltige Alkaloïde oder jene indifferenten Körper, die man, je nachdem 1 oder 2 At. Wasserstoff des Ammoniaks vertreten waren, Amide oder Imide nannte.

Diese an sich so einfache Anschauungsweise reicht indessen nicht aus, um die theoretische Constitution aller hieher gehöriger und zum Theil stark basischer Körper zu deuten. So sind z. B. Lactamid, Alanin und Sarkosin völlig isomer $= C_6 H_7 N O_4$; wäre in allen diesen 1 At. Wasserstoff des Ammoniaks durch das Aggregat $C_6 H_5 O_4$ ersetzt, so könnten diese Körper unmöglich die Verschiedenheiten zeigen, die wir an ihnen wahrnehmen. Es kommen überdies Alkaloïde vor, welche mehr als 1 At. Stickstoff enthalten, in denen also der Stickstoff in einer andern Form als in der des Ammoniaks enthalten sein muss. Da man nun Alkaloïde künstlich dargestellt hat, welche noch Cyan $(C_2 N)$ als Paarling in sich aufnehmen können, so hat der Gedanke nichts Unwahrscheinliches, dass in den Alkaloïden, welche mehr als 1 At. Stickstoff enthalten, entweder Cyan oder eine Cyanverbindung mit der Ammoniakbase copulirt sei. Nimmt man aber das Cyan selbst als den Typus für eine besondre Körperclasse an, so wird man mehrere der indifferenten hieher gehörigen Körper eher als Analoga des Cyantypus als des Ammoniaktypus zu betrachten haben. Da aber die dem letztern Typus angehörige Körpergruppe noch nicht genügend distinguirt ist, und namentlich im Bezug auf die einzelnen Stoffe die Unterscheidung sehr schwer fallen würde oder noch ganz unmöglich ist, so fassen wir alle diese Körper hier in eine Gruppe zusammen. nach dem Typus des Cyans.

Von den flüchtigen Alkaloïden sind bis jetzt noch keine praeformirt im thierischen Organismus gefunden worden; nur als künstliche oder spontane Zersetzungsproducte thierischer Substanzen fand man Trimethylamin $(C_2 H . C_2 H_3 . C_2 H_3 N = C_6 H_9 N)$ in der Heringslake, im faulen Harn und in Spirituspraeparaten thierischer Objecte; das Flüchtige Alkaloïde.

Butylamin oder Petinin, $C_8H_{11}N$, Pyridin, $C_{10}H_5N$, das Phenylamin oder Anilin und das ihm isomere Picolin, $C_{12}H_7N$ und das Lutidin, $C_{14}H_9N$, bilden sich nur bei der trocknen Destillation thierischer Stoffe.

Unter den sauerstoffhaltigen Körpern erwähnen wir hier zuerst einer Gruppe krystallisirbarer homologer Basen $= C_n H_{n+1} NO_4$, nämlich;

Glycin . . .	$C_4 H_5 NO_4$
Sarkosin . . .	$C_6 H_7 NO_4$
Leucin . . .	$C_{12} H_{13} NO_4$.

Diese zerfallen durch salpetrige Säure in Säuren der Milchsäuregruppe, so dass Glycin die oben erwähnte Glycinsäure giebt ($C_4H_5NO_4 + NO_3 = 2N + 2HO + C_4H_4O_6$); durch starke Alkalien dagegen unter Bildung von Wasserstoff, Ammoniak und Kohlensäure und eine der flüchtigen Fettsäuren; Glycin giebt dabei Ameisensäure, Sarkosin Essigsäure und Leucin Baldriansäure, z. B. $C_{12}H_{13}NO_4 + 3KO + 3HO = 2KO \cdot CO_2 + H_3N + 4H + KO \cdot C_{10}H_9O_3$.

Isolirt ist noch keiner dieser drei Körper in thierischen Säften vorgefunden werden.

Glycin. Das Glycin (*F.* T. 3, F. 5), welches häufig als Zersetzungsproduct thierischer Substanzen mittelst starker Säuren oder Alkalien auftritt, hat dadurch ein höheres Interesse erlangt, dass es in gewissen thierischen Säuren als stickstoffhaltiger Paarling auftritt; so ist es z. B. in der Galle mit Cholsäure gepaart als *Glykocholsäure* enthalten; auch die *Hippursäure* liefert bei Behandlung mit starken Säuren Glycin, weshalb man sie lange für Glykobenzoësäure ansah.

Sarkosin. Das Sarkosin kennt man nur als Zersetzungsproduct des Kreatins durch Aetzbaryt.

Leucin. Das Leucin (*F.* T. 3, F. 6) entsteht sehr häufig bei der Fäulniss thierischer Stoffe, bei dem Schmelzen derselben mit Kalihydrat, oder wenn man dieselben durch concentrirte Schwefelsäure zerstört.

An die eben erwähnten Körper schliesst sich zunächst das Tyrosin, $C_{18}H_{11}NO_6$, an, ein ziemlich indifferenter Kör-

per, der sich nur bei der Zersetzung stickstoffhaltiger thierischer Materien durch concentrirte Säuren oder Alkalien bildet.

Die folgenden stickstoffreichen, krystallisirbaren Stoffe finden sich sämmtlich praeformirt im thierischen Körper vor, charakterisiren sich daselbst aber überall als Zersetzungsproducte, hervorgegangen aus der Metamorphose stickstoffhaltiger Gewebe und Säfte. Wir rechnen hieher:

Kreatin . . .	$C_8 H_9 N_3 O_4$
Kreatinin . .	$C_8 H_7 N_3 O_2$
Harnstoff . .	$C_2 H_4 N_2 O_2$
Allantoïn . .	$C_8 H_5 N_4 O_5$
Guanin . . .	$C_{10} H_5 N_5 O_2$
Lienin . . .	?
Cystin . . .	$C_6 H_6 N S_2 O_4$
Taurin . . .	$C_4 H_7 N S_2 O_6$.

Gerade diese unmittelbaren Bestandtheile thierischer Säfte sind wohl nicht eigentlich den Alkaloïden zuzurechnen; es ist nämlich sehr unwahrscheinlich, dass sie dem Ammoniaktypus entsprechend constituirt sind, und zwar nicht nur, weil die meisten derselben (ausser Kreatinin) so schwach basische Eigenschaften haben oder ganz indifferent sind, sondern auch weil ihr Stickstoffreichthum jener Hypothese wenig entspricht. Eher möchte der Cyantypus in ihnen zu muthmaassen sein.

Das Kreatin (*F.* T. 3, F. 1) bildet einen constanten Bestandtheil des Saftes willkührlicher und unwillkührlicher *Muskeln*. Bei verschiedenen Thieren und in verschiedenen Muskeln desselben Thiers findet es sich in verschiedenen Mengen; doch sind diese Mengen immer gering, nämlich 0,07 bis 0,32% des Fleisches. Mageres Fleisch enthält immer etwas mehr Kreatin, als fettes. Im Fleische der Hühner fand man am meisten Kreatin, in absteigender Reihe weniger bei dem der Pferde, Füchse, Rehe, Hirsche, Haasen, Rinder, Schaafe, Kälber und Fische. Das Fleisch vom Menschen enthält ungefähr 0,067% Kreatin. Kreatin. Vorkommen.

Im *Blute* und besonders im *Harn* ist das Kreatin ebenfalls gefunden worden, jedoch stets in sehr geringen Mengen.

Entstehung. Das Kreatin bildet sich bei der lebendigen Thätigkeit der Muskeln und ist somit Product der regressiven Metamorphose.

Physiologischer Werth. Für die excrementitielle Natur dieses Stoffs spricht sein leichtes Zerfallen in entschiedene Excretionsstoffe, wie Kreatinin, Harnstoff und Sarkosin, so wie auch seine Ausscheidung durch den Harn.

Kreatinin. Das auch künstlich aus dem Kreatin darstellbare Kreatinin (*F.* T. 3, F. 2), welches sich unter allen diesen Körpern durch seine stark alkalische Reaction auszeichnet, findet sich ebenfalls im *Muskelsafte*; es ist aber auch im *Blute*, im *Fruchtwasser* und besonders im *Harn* nachgewiesen worden. In letzterm findet es sich in relativ grösserer, in den Muskeln in relativ geringerer Menge, als das Kreatin. Dass es auch im thierischen Organismus aus dem Kreatin hervorgehe, ist also nicht blos seiner künstlichen Bildungsweise, sondern auch seinem Vorkommen nach höchst wahrscheinlich; es ist daher fast mehr noch als das Kreatin als Excretionsstoff zu betrachten.

Harnstoff. Vorkommen. Der Harnstoff (*F.* T. 2, F. 4, 5 u. 6) ist der Hauptbestandtheil des *Harns*; im menschlichen Harn macht er 77 bis 82% der festen Bestandtheile aus, bei gesunden Carnivoren oft noch weit mehr. Im flüssigen Menschenharn, dessen sehr schwankender Wassergehalt die Menge der in ihm enthaltenen festen Bestandtheile sehr verschieden erscheinen lässt, sind unter den gewöhnlichen Verhältnissen 1,5 bis 3,8% Harnstoff enthalten, durchschnittlich 2,5%.

Ein gesunder Mann excernirt in 24 St. ungefähr 22 bis 54 grm. Harnstoff (durchschnittlich etwa 32 grm.); doch hängt auch hier die Zahl sehr von äussern und innern Verhältnissen des Organismus ab; so wurden bei Männern, deren Körpergewicht über 108 Klgrm. schwer, 37 bis 40 grm. Harnstoff täglich entleert, bei solchen dagegen, deren Körpergewicht nur 60 Klgrm., 28 bis 32 grm. Bei rein animalischer Nahrung werden bis gegen 58 grm., bei stickstoffarmer Kost bis unter 15 grm. Harnstoff in 24 St. ausgeschieden. Bei stickstofffreier Kost verschwindet der Harnstoff ebensowenig gänzlich aus dem Harn, als bei längerer Enthaltung von aller Nahrung; die excernirte Menge desselben wird dabei nur erheblich ver-

ringert. Daher ist auch in Krankheiten, bei denen eine karge Diaet beobachtet wird, die excernirte Menge desselben sehr herabgesetzt, wenn auch der auf einmal gelassene concentrirte Harn reich an diesem Stoffe erscheint.

Starke körperliche Bewegung bedingt eine vermehrte Ausscheidung des Harnstoffs.

Männer excerniren in gleichen Zeiten mehr von diesem Stoffe, als *Frauen* und *Kinder*; berücksichtigt man jedoch das Körpergewicht, so scheiden Kinder oft doppelt soviel Harnstoff aus, als Erwachsene.

Bemerkenswerth ist, dass mit der Menge täglich ausgeschiedenen Wassers auch die Menge excernirten Harnstoffs steigt (ohne dass sich jedoch ein scharf bestimmbares Zahlenverhältniss zeigt). Wird also viel Wasser durch den Harn ausgeschieden, so pflegt auch mehr Harnstoff als ohnedem excernirt zu werden.

Im gesunden *Blute* finden sich nur sehr geringe Mengen von Harnstoff, da er zu schnell aus demselben durch die Nieren ausgeschieden wird. Eine abnorme Vermehrung des Harnstoffs im Blute scheint nur bei mangelhafter Function der Nieren einzutreten, die gewöhnlich mit Degeneration derselben verbunden ist.

Wird der Harnstoff nur mangelhaft oder gar nicht durch die Nieren ausgesondert, so findet man ihn dann in den meisten thierischen Flüssigkeiten, vorzüglich im *Schweisse* zuweilen in solcher Menge, dass dieser beim spontanen Eintrocknen auf der Haut (namentlich im Gesicht) eine bläulich weisse fast nur aus Harnstoff bestehende Cruste bildet. Bei diesem Zustande (Uraemie) trifft man nicht nur in allen *serösen Transsudaten*, sondern auch im *Speichel*, in der *Galle* und besonders in den *ausgebrochenen* Flüssigkeiten Harnstoff an.

Normal ist übrigens auch in den *wässrigen Augenfeuchtigkeiten* und im *Fruchtwasser* Harnstoff gefunden worden.

Die Ansicht, dass der Harnstoff erst in den Nieren gebildet werde, ist längst aufgegeben, seit man sich überzeugt hatte, dass derselbe auch bei Exstirpation oder vollkommner Dege- Ursprung.

neration derselben im Blute und anderen Flüssigkeiten sich ansammelt. Dass der Harnstoff aus den stickstoffhaltigen Bestandtheilen des Organismus hervorgehe, bedarf kaum des Beweises; wissen wir doch schon aus der theoretischen Chemie, wie leicht er aus andern stickstoffhaltigen Materien als Zersetzungs- oder Umwandlungsproduct entsteht; seine künstliche Darstellung ist bekannt. Da im Organismus der Stoffwechsel in den Muskeln gerade am lebhaftesten ist, so wird man ihn wohl meistentheils als Product des untauglich gewordenen Muskelgewebes anzusehen haben; jedoch wird er auch zweifelsohne durch die Metamorphose andrer lebensthätigen Organe gebildet; deshalb fanden wir ihn auch selbst bei stickstofffreier Kost oder bei längerm Hungern im Harn noch vor. Ob er schon in den unbrauchbar werdenden Organtheilen oder erst im Blute gebildet werde, lässt sich mit Gewissheit nicht entscheiden; indessen sprechen mehrere Gründe dafür, dass er mindestens vorzugsweise im Blute aus andern stickstoffhaltigen Materien, die als Trümmer der Organe, als Producte der Gewebsmetamorphose anzusehen sind, hervorgehe. So zerfällt bekanntlich Kreatin und Harnsäure ausserhalb des Organismus so leicht in Harnstoff und andre Materien; diese so wie Glycin, Alloxantin, Theeïn und andre werden, wenn sie absichtlich durch den Mund aufgenommen worden sind, in Harnstoff und andre Stoffe zerlegt, von denen jener sich dann in vermehrter Menge im Urin vorfindet. In den Muskeln selbst hat man wohl Kreatin, aber keinen Harnstoff nachgewiesen. Endlich ist es nicht recht wahrscheinlich, dass die Vermehrung von Harnstoff im Harn nach reichlicher Aufnahme leimgebender Substanzen so schnell eintreten würde, wenn hier nicht die stickstoffhaltigen Materien im Blute unmittelbar verbrannt würden und ihr Stickstoff sich mit gewissen andern Elementen zu Harnstoff vereinigte. Seine Bildung wird also wohl hauptsächlich im Blute vor sich gehen und seine Quelle dürfte der letztgenannten Erscheinung nach nicht blos in der Consumtion der stickstoffhaltigen Organtheile, sondern auch zum Theil in der Art der aufgenommenen Nahrungsmittel zu suchen sein.

Das Allantoïn (*F.* T. 5, F. 4) findet sich in der Allantoïsflüssigkeit der Kühe und dem Harn der Kälber so lange, als diese noch gesäugt werden; sobald dieselben vegetabilische Nahrung geniessen, verschwindet es und die vorher fehlende Hippursäure tritt auf. Allantoïn.

Das Guanin (*F.* T. 5, F. 5) findet sich in den Excrementen gewisser Seevögel (im Guano) und der Spinnen, so wie auch im grünen Organ des Flusskrebses und dem Bojanus'schen Organe der Teichmuschel. Guanin.

Das Cystin (*F.* T. 5, F. 6) ist bis jetzt nur selten in Harnsteinen und als Sediment im Harn gefunden worden; da man weder dessen innere chemische Constitution näher erforscht hat, noch die krankhaften Zustände kennt, unter denen es sich im Körper bildet, so sind wir über die Genesis dieses so schwefelreichen Körpers noch völlig im Dunkeln. Cystin.

Das Taurin (*F.* T. 3, F. 4) findet sich in der *Galle* der meisten Thiere mit Cholsäure copulirt. Taurin.

Da die Taurocholsäure im Dünndarme sehr bald zersetzt wird, so finden wir geringe Mengen von Taurin in den *Contentis des Dünndarms, Dickdarms und in den festen Excrementen.*

Dass das Taurin erst in der Leber erzeugt werde, ist nach dem, was wir unter „Galle" über deren Genesis erfahren werden, höchst wahrscheinlich.

Das Lienin ist bis jetzt nur im Milzsafte gefunden und noch nicht genauer untersucht worden. Da die meisten eigenthümlichen Bestandtheile des Milzsaftes sich als Producte der regressiven Metamorphose charakterisiren, so mag auch das Lienin dazu gehören. Lienin.

Stickstoffhaltige gepaarte Säuren.

Wir fassen in diese Gruppe folgende stickstoffhaltige Körper zusammen, möge in ihnen ein bestimmter stickstoffhaltiger Paarling bereits nachgewiesen sein oder nicht:

Hippursäure . .	$C_{18}H_8NO_5 . HO$.
Glykocholsäure .	$C_{52}H_{42}NO_{11} . HO$.
Hyocholinsäure .	$C_{54}H_{43}NO_{10} . HO$.
Taurocholsäure .	$C_{52}H_{45}NS_2O_{14} . HO$.

Diese vier Säuren charakterisiren sich vorzugsweise als gepaarte, da sie bei der Behandlung mit concentrirten Säuren oder auch mit Alkalien in je einen stickstoffhaltigen Körper, den man als Paarling zu betrachten pflegt, und in eine stickstofffreie Säure zerfallen.

Theoretische Constitution dieser Säuren. Die Hippursäure wurde bisher gewöhnlich als eine mit Glycin gepaarte Benzoësäure angesehen, da sie durch Digestion mit concentrirten Mineralsäuren in Glycin und die genannte Säure zerfällt ($C_{18}H_8NO_5 + 2HO = C_4H_5NO_4 + C_{14}H_5O_3$): allein da sie mit salpetriger Säure die oben erwähnte Benzoglycinsäure liefert ($C_{18}H_9NO_6 + NO_3 = 2N + 2HO + C_{18}H_7O_7$), so ist die Ansicht wahrscheinlicher geworden, dass sie ein wahres Amid der Benzoglycinsäure ist ($H_2N . C_{18}H_7O_6$), welches gleich der Asparaginsäure (dem Amid der Aepfelsäure) noch saure Eigenschaften besitzt. Unentschieden ist, ob nicht in Bezug auf Glykocholsäure und

Hyocholinsäure, die ebenfalls bei Behandlung mit Säuren oder Alkalien Glycin liefern, ein ähnliches Verhältniss obwalte; bisher sah man aber beide als mit Glycin gepaarte Säuren an, nach den theoretischen Formeln für Glykocholsäure $= C_4H_3 NO_2 . C_{48}H_{39}O_9$ und für Hyocholinsäure $= C_4H_3NO_2 . C_{50} H_{40}O_8$. Die Taurocholsäure zerfällt durch Behandlung mit Säuren in Taurin und Choloïdinsäure; man sieht sie daher für mit Taurin gepaarte Cholsäure an $= C_4H_6NS_2O_5 . C_{48} H_{39}O_9$.

Die beiden Säuren:

Inosinsäure . .	$C_{10}H_6N_2O_{10} . HO$
und Lungensäure	?

sind noch zu wenig untersucht, als dass ihr Paarling und die mit diesem copulirte Säure näher bezeichnet werden könnten.

Eine der wichtigsten hieher gehörigen Säuren steht ihrer Zusammensetzung und selbst einigen Eigenschaften nach in einem sehr nahen Verhältnisse zu zwei indifferenten thierischen Stoffen, dem Hypoxanthin und Xanthin, wie aus folgenden Formeln hervorgeht:

Hypoxanthin . .	$C_{10}H_4N_4O_2$
Xanthin	$C_{10}H_4N_4O_4$
Harnsäure . . .	$C_{10}H_4N_4O_6$

Diese Verbindungen gleichen verschiedenen Oxydationsstufen desselben Radicals $= C_{10}H_4N_4$. Bemerkenswerth ist dabei noch, dass das Xanthin mit zwei vegetabilischen stickstoffreichen Körpern eine homologe Reihe bildet, die sich demnach nur durch eine gewisse Zahl von Kohlenwasserstoffatomen von einander unterscheiden, nämlich:

Xanthin . . .	$C_{10}H_4N_4O_4$
Theobromin . .	$C_{14}H_8N_4O_4$
Theeïn . . .	$C_{16}H_{10}N_4O_4$.

Dass übrigens die Homologie dieser drei Körper kein zufälliges Spiel der Natur ist, geht besonders aus andern Untersuchungen der Zersetzungsweisen des Theeïns und Theobromins hervor; denn diese vegetabilischen Stoffe liefern diesen Beobachtungen nach unter analogen Verhältnissen Zersetzungsproducte, die denen jener thierischen Stoffe ganz homolog sind.

Hippursäure. Die Hippursäure (*F.* T. 4, F. 1) findet sich in grossen Mengen im *Harn* pflanzenfressender Säugethiere; auch in dem einiger Amphibien, z. B. der Testudo graeca, kommt sie vor; sie ist aber auch ein constanter Bestandtheil des menschlichen Harns nach gemischter oder vegetabilischer Kost. Um über ihre Zunahme oder Abnahme in Krankheiten ein Urtheil zu fällen, liegen noch lange nicht hinreichende Untersuchungen vor.

Im *Blute* ist sie in sehr geringen Mengen, obwohl mit Bestimmtheit, nachgewiesen worden.

Aus welchen Stoffen vorzugsweise und an welchen Orten die Hippursäure gebildet werde, ist nicht zu entscheiden; denn weder die theoretische Constitution dieser Säure, noch die bekannte Umwandlung der Benzoësäure innerhalb des Organismus in Hippursäure, noch das Erscheinen unveränderter Benzoësäure im Schweisse reicht hin, sich über deren Erzeugung eine Meinung zu bilden.

Glykocholsäure. Die Glykocholsäure (*F.* T. 4, F. 6 u. T. 5, F. 1) ist hauptsächlich in der *Rindsgalle* gefunden worden und kommt auch in der Galle mehrerer andrer Thiere, jedoch meistens in verhältnissmässig geringen Mengen vor. Im *Darmcanale* wird sie sehr bald zersetzt. Dass diese Säure erst in der Leber gebildet werde, ist ziemlich wahrscheinlich. Ihre Function im Darmcanale mag der der Galle im Allgemeinen entsprechen, nämlich die Resorption der Fette zu begünstigen.

Hyocholinsäure. Die Hyocholinsäure findet sich in der *Galle* der Schweine und vertritt hier ganz die Stelle der Glykocholsäure im Organismus andrer Thiere.

Taurocholsäure. Die Taurocholsäure findet sich in der Galle des Menschen, des Rindes und wahrscheinlich in den schwefelhaltigen Gallen des Fuchses, Bären, Hammels, Hundes, Wolfs, der Ziege, einiger Vögel und der Süsswasserfische; in der Galle der Boa Anaconda scheint sie allein, d. h. ohne eine schwefelfreie harzige Gallensäure enthalten zu sein.

Im *Blute,* in *Transsudaten* und im *Harn* ist die Taurocholsäure in allen Fällen unterdrückter oder beeinträchtigter Excretion der Galle nachzuweisen.

Im *Darmcanale* wird auch diese Säure sehr bald zersetzt, so dass wir dort freies Taurin neben Choloïdinsäure u. s. w. finden.

Dass diese Säure erst in der Leber gebildet werde, ist kaum zweifelhaft, ihre Function als Mittel, die Fettresorption zu befördern, wird unter „Galle" näher beleuchtet werden.

Die Inosinsäure, welche man bis jetzt nur in der Fleischflüssigkeit gefunden hat, und die Lungensäure (*F.* T. 5, F. 3), welche nur in der Lungenfeuchtigkeit vorzukommen scheint, sind zu wenig bekannt, als dass sich über ihre Entstehung und ihre Function hätte eine Meinung bilden können. Inosinsäure. Lungensäure.

Das Hypoxanthin ist zuerst in dem *Milzsafte* und später auch in der Flüssigkeit des *Herzfleisches* vom Rinde gefunden worden. Es kommt jedoch auch im *Blute* in geringen Mengen vor, die sich jedoch erheblich bei jener Milzaffection steigern, die man *Leuchaemie* genannt hat. Das nahe Verhältniss, in welchem dieser Stoff zum Xanthin und der Harnsäure steht, weist deutlich genug darauf hin, dass er als Umwandlungsproduct und Excretionsstoff zu betrachten ist. Hypoxanthin.

Xanthin ist nur sehr selten in Harnsteinen gefunden worden; unter welchen Verhältnissen dieser Stoff im Körper gebildet werde und zur Bildung solcher Concremente Veranlassung gebe, ist durchaus unbekannt. Xanthin.

Die Harnsäure ist ein constanter Bestandtheil des *Menschenharns,* welcher davon im Mittel 0,1% enthält; in geringerer Menge findet sie sich im Harn der fleischfressenden Säugethiere, aber gar nicht in dem der Omnivoren und Herbivoren (nur im Harn noch säugender Kälber ist sie zu finden). Der Harn der Vögel und Schlangen besteht fast nur aus harnsauren Salzen. Man hat die Harnsäure endlich auch im Harn der Schildkröten und in den rothen Excrementen der Schmetterlinge, so wie auch in denen der Käfer und Raupen (in deren Gallengängen sie besonders angehäuft ist) gefunden. Harnsäure. Vorkommen.

Der Gehalt des Menschenharns an Harnsäure wechselt natürlich nach der Concentration desselben; daher enthält der

sehr concentrirte Morgenharn oft (ohne absolute Vermehrun der Säure) 0,8%.

Die absolute Menge der Harnsäure im Menschenhai variirt nur wenig nach der Art der *Nahrung*; eine absolu Vermehrung der täglich excernirten Harnsäure findet ma bei gestörter Verdauung, namentlich nach Genuss schwerve daulicher Speisen und spirituöser Getränke, und in allen ve

als harnsaures Natron

heftigerm Fieber begleiteten Krankheiten. In diesen Fälle scheidet sich die Harnsäure gewöhnlich als amorphes, körn ges Sediment an Natron gebunden aus dem erkaltenden Han aus (*F.* T. 12, F. 6 u. T. 13, F. 1 u. 2); dasselbe ist durch sei leichte Löslichkeit beim Erwärmen kenntlich. Hauptsächli beobachten wir eine Vermehrung der Harnsäure unter Bildui dieses Sediments (welches jedoch nicht immer eine absolute Ve mehrung der Harnsäure, sondern oft nur eine stärkre Concentr tion des Harns anzeigt) in allen den Zuständen, welche n einer Störung des Gasaustausches in den Lungen oder der Circ lation des Blutes verbunden sind, d. h. z. B. bei Lungenemph sem, Herzleiden, Leberaffectionen u. s. w. In acuter Arthrit ist die Harnsäure im Harn vor Eintritt der Paroxysmen ve mehrt; während derselben und in chronischer Gicht dageg vermindert.

als freie Säure

Freie Harnsäure (*F.* T. 4, F. 2 u. 3. und T. 12, F. 4 u. und T. 13, F. 4) findet sich nur höchst selten in frischgelass nem Harn; doch hat meist der fieberhafte Harn das Eige thümliche, dass er früher als normaler Harn an der Luft säue und Harnsäurekrystalle ausscheidet.

als harnsaures Ammoniak.

Harnsaures Ammoniak (*F.* T. 4, F. 5 u. T. 13, F. 5 u. ist ebenfalls nur Product der Gährung des Harns, jedoch d alkalischen, die auch meist erst ausserhalb des Körpers ei tritt; nur bei inveterirtem Blasenkatarrh (namentlich bei Bl senlähmung) alkalescirt der Harn schon innerhalb der Bla und enthält dann, frisch entleert, jenes Salz in schwarzbra nen mit feinen Nadeln besetzten Kugeln (*F.* T. 4, F. 5).

Im *Blute* findet sich die Harnsäure nur in sehr geringe Mengen, etwas vermehrt soll sie darin bei Arthritis und Bright scher Krankheit sein.

In dem aus der *Milz* ausgepressten Safte ist sie als constanter Bestandtheil nachgewiesen worden.

In den meisten der sog. *Gichtknoten* ist harnsaures Natron krystallisirt (*F.* T. 4, F. 4 und T. 12, F. 6) enthalten.

Auch im *Schweisse* hat man bei Gichtkranken Harnsäure zu finden geglaubt.

Physiologischer Werth dieser Säure. Die Harnsäure ist gleich dem Harnstoff ein Ausscheidungsproduct; sie steht mit letzterem in sehr naher Beziehung, insofern wenigstens ein grosser Theil des Harnstoffs im Organismus und zwar im Blute aus der Harnsäure gebildet zu werden scheint; wenigstens deutet darauf hin der Umstand, **Entstehung.** dass nach künstlicher Aufnahme von Harnsäure die letztre im Harn nicht wieder als Säure, sondern als Harnstoff erscheint (ganz so wie die Harnsäure bei Behandlung mit Bleihyperoxyd Harnstoff liefert). Andrerseits pflegt man auch in harnsäurereichem Harn verhältnissmässig weniger Harnstoff zu finden. Daher sehen wir die Harnsäure auch bei Behinderung der Oxydation und Circulation des Blutes in erhöhter Menge im Harn auftreten.

Stickstofffreie Basen. Halidbasen.

Wir haben in der Einleitung zur Zoochemie gesehen, dass es eine Anzahl zum Theil polymerer Kohlenwasserstoffe giebt, welche sich Elementen gleich verhalten und in manchen Beziehungen den Metallen ähnlich sind. Diese Kohlenwasserstoffe bilden mit 1 At. Sauerstoff basische Körper, welche mit Wasser so wie mit Säuren sich vereinigen und mit letzteren neutrale sowohl als saure Salze bilden.

Bekannt ist es, dass das Studium dieser Stoffe die theoretische Chemie ausserordentlich gefördert hat; leider haben aber diese Studien noch keinen sehr erheblichen, directen Einfluss auf die Zoochemie geübt, da in der letztern diese Stoffe bis jetzt noch von ziemlich untergeordneter Bedeutung sind. Wir bringen daher im Betreff derselben nur Folgendes in Erinnerung.

Alkohole. Alle diese Oxyde bilden mit Wasser Verbindungen, die sog. *Alkohole,* welche zum Theil sehr wesentliche Unterschiede von den wasserfreien Oxyden, den sog. *Aetheren,* an sich tragen. Man sieht die Alkohole meist als Hydrate der Aethere an, allein neuere Entdeckungen, namentlich die der zusammengesetzten Aetherarten, haben diese Ansicht etwas zweifelhaft gemacht. Wird nämlich Kaliumalkohol mit Iodmethyl oder doppeltschwefelsaurem Methyloxyd-Kali behandelt, so sollte man die gleichzeitige Bildung von Aethyloxyd (C_4H_5O)

Aethere.

Theoretische Constitution.

und Methyloxyd (C_2H_3O) erwarten; es bildet sich aber ein neuer Aether von der Zusammensetzung C_3H_4O. Zunächst hat man hieraus geschlossen, dass der gewöhnliche Alkohol nur 1 At. Sauerstoff enthält und also nicht $C_4H_6O_2$ ist, sondern C_2H_3O. Man hat dann weiter angenommen, dass das Wasser, entsprechend der Atomtheorie, 2 At. Wasserstoff auf 1 At. Sauerstoff enthalte, und dass im Alkohol nur 1 At. Wasserstoff, im Aether aber beide Atome durch Aethyl ersetzt seien; in dem erwähnten zusammengesetzten Aether sei 1 At. Wasserstoff des Wassers durch Aethyl, das andre durch Methyl ersetzt. Diese Anschauungsweise, welche jedenfalls sehr viel für sich hat, lässt allerdings die Alkohole unter einem ganz andern Gesichtspunkte, als dem der Hydrate erscheinen.

Die bekanntern, stickstofffreien organischen Basen und ihre sog. Hydrate sind meist flüssige und sehr flüchtige Körper; jedoch gilt auch hier, was von den Fettsäuren galt, dass dieselben nämlich mit dem Steigen des Atomgewichtes, d. h. je mehr sie Kohlenwasserstoffatome enthalten, desto weniger flüchtig werden und allmählig als weiche und endlich als feste Körper auftreten. Die Alkohole sind in der Regel etwas weniger flüchtig, als die entsprechenden Aethere.

Die Verbindungen dieser Körper mit Säuren, seien diese organisch oder unorganisch, haben manche Eigenthümlichkeiten, durch die sie sich von andern Salzen unterscheiden. Wir erinnern daran, dass sie sich nicht so leicht durch einfache oder doppelte Wahlverwandtschaft in ihre nähern Bestandtheile zerlegen lassen, und dass sie zersetzt immer Wasser aufnehmen, so dass Säure wie Basis sich zu Hydraten umgestalten; denn bemerkenswerth ist, dass diese neutralen Salze niemals Wasser enthalten, also nie Hydrate bilden, wie so oft die anorganischen Salze. Auffallend ist auch, dass die neutralen Salze der meisten dieser Basen unzersetzt flüchtig sind, während deren saure Salze sich beim Erhitzen sämmtlich zersetzen. Die sauern Salze röthen sämmtlich Lackmus, von den neutralen aber kein einziges. Salze der Halidbasen.

Auch von diesen Körpern lassen sich mehrere homologe Reihen aufstellen, deren einzelne Glieder meist nur um C_2H_2

Aethylreihe. differiren; die bekannteste Reihe ist die Aethylreihe = $C_n H_{n+1} O$. Von diesen haben in der Zoochemie bis jetzt nur folgende einiges Interesse:

Döglingoxyd . . .	$C_{24} H_{25} O$
Cetyloxyd . . .	$C_{32} H_{33} O$
Cerotyloxyd . . .	$C_{54} H_{55} O$
Melissyloxyd . . .	$C_{60} H_{61} O$.

Die Existenz des Döglingoxyds ist bis jetzt nur aus der Analyse des unverseiften Döglingthrans (Fett von Balaena rostrata) und dem Fehlen des Glycerins erschlossen worden.

Das Hydrat des Cetyloxyds, das *Aethal,* ist an Cetylsäure gebunden nur im Wallrath, dem Fette des Kachelot, gefunden worden.

Das Cerotyloxyd, *Cerotin,* ist hauptsächlich im chinesischen Wachse an Cerotinsäure gebunden enthalten.

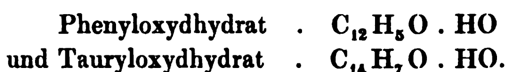
Das Melissyloxyd, *Myricin,* kommt im Wachse vor.

Eine zweite homologe Reihe von stickstofffreien Basen entspricht der Formel $C_n H_{n-1} O$. Unter diesen hat bis jetzt nur das hypothetische Lipyloxyd, $C_3 H_2 O$, ein physiologisches Interesse; man glaubt, dass aus dieser Basis bei der Zer-

Glycerin. setzung der neutralen Fette das Glycerin, $C_6 H_7 O_5 . HO$, hervorgehe. Von den Verbindungen dieses Körpers mit den Fettsäuren und ihrem ganzen Verhalten im thierischen Organismus ist schon in dem Obigen (S. 28—32) die Rede gewesen. Hier verdient nur noch die Glycerinphosphorsäure, $C_6 H_7 O_5 + 2 HO + PO_5$, Erwähnung, welche mit grosser Wahrscheinlichkeit als Bestandtheil des *Eidotters* der Vögel und Fische und auch des *Hirns* nachgewiesen worden ist.

Ursprung. Der Ursprung des Glycerins im Thierkörper aus den neutralen Fetten ist unzweifelhaft; der Umstand aber, dass dem thierischen Körper fast nur neutrale Fette, d. h. glyceringebende Stoffe, zugeführt werden, während im Organismus sehr viele freie Fettsäuren sich vorfinden, weist bei der geringen Menge an Phosphorsäure gebundenen Glycerins auf eine anderweitige Verwendung hin. Möglich ist es, dass das Glycerin, wie bei der Gährung mit Hefe, in Metacetonsäure übergeht, die im Blute alsbald verbrannt wird.

Eine dritte Gruppe solcher Körper hat kaum basische Eigenschaften; man kennt von ihr bis jetzt nur zwei Glieder, nämlich:


Phenyloxydhydrat . $C_{12}H_5O . HO$
und Tauryloxydhydrat . $C_{14}H_7O . HO$.

Das P h e n y l o x y d h y d r a t, auch *Phenylsäure* oder *Carbolsäure* genannt, ist nur im Castoreum mit Sicherheit nachgewiesen worden; ob es nach Salicingenuss neben salicyliger Säure und Salicinsäure vorkomme, ist noch zweifelhaft, zumal da es selbst in sehr geringen Mengen sehr giftig auf das thierische Leben wirkt. **Phenyloxyd.**

Das T a u r y l o x y d h y d r a t, *Taurylsäure,* wurde nur in sehr geringer Menge im Kuhharn gefunden. **Tauryloxyd.**

Lipoïde.

Diese Körper, gewöhnlich auch *unverseifbare Fette* genannt, sind indifferente Körper, welche in manchen ihrer physikalischen Eigenschaften den Fetten gleichen, aber weder in ihrer Zusammensetzung noch in ihren Zersetzungsweisen mit jenen übereinstimmen. Man rechnet zu diesen Körpern:

Cholesterin	. $C_{28}H_{24}O$.
Castorin	?
Ambrin	?
Serolin	?

Cholesterin. Das Cholesterin kommt sehr häufig im thierischen Organismus vor, und zwar theils gelöst durch Seifen oder taurocholsaures Natron, theils suspendirt oder abgelagert in rhombischen Tafeln, deren stumpfer Winkel = 100° 30′ misst (*F.* T. 6, F. 1 u. 2).

Vorkommen. Am bekanntesten ist sein Vorkommen in der *Galle*, wo es jedoch fast immer aufgelöst ist; nur höchst selten hat man in krankhafter Galle suspendirtes Cholesterin gefunden; um so häufiger treten aber die *Gallenconcremente* auf, deren Mehrzahl fast nur aus Cholesterin besteht.

Dieser Körper ist auch ein normaler Bestandtheil des *Bluts*, jedoch in sehr schwankenden Verhältnissen (zwischen 0,0025 und 0,0200%); vermehren soll es sich im Blute von Greisen und beim Eintritte von mit Fieber verbundenen Krankheiten.

Ebenso ist das Cholesterin ein constanter Bestandtheil des *Gehirns*.

Im *Eiter* fehlt das Cholesterin selten; sehr oft findet man es in hydropischen *Transsudaten*, namentlich in sehr grossen Mengen zuweilen in Hydroceleflüssigkeiten, ferner in *Exsudaten*, vorzüglich in obsolescirenden Tuberkeln, alten Echinococcussäcken, degenerirten Eierstöcken und Hoden, ferner auf der innern Oberfläche *atheromatös* entarteter Arterien, in *Geschwülsten*, namentlich Balggeschwülsten (Melliceris), Cholesteatomen und Carcinomen.

Aus der Galle geht das Cholesterin auch in die *festen Excremente* über, daher findet man es namentlich im *Mekonium*.

Ueber den Ursprung des Cholesterins sind wir ganz im Dunkeln; im Pflanzenreiche kommt es nie vor; seine theoretisch chemische Constitution ist so wenig ermittelt, dass sich auf solche keine Hypothese über seine etwaige Entstehung begründen lässt; nur sein Vorkommen im Thierkörper deutet darauf hin, dass es mehr als Umwandlungsproduct und Ausscheidungsstoff zu betrachten ist; kaum scheint es vor seiner Ausscheidung im Thierkörper noch einen besondern Zweck zu erfüllen. Ursprung.

Die beiden leicht krystallisirbaren Lipoïde, das Castorin, welches nur im Bibergeil und das Ambrin, welches nur in der Ambra gefunden worden ist, sind chemisch noch zu wenig untersucht, als dass sie selbst bei ihrem spärlichen Vorkommen für jetzt ein physiologisches Interesse erregen könnten. Castorin. Ambrin.

Das sog. Serolin ist nichts als ein Gemeng der im Blutserum enthaltenen krystallisirbaren Fette. Serolin.

Stickstofflose neutrale Körper. Kohlenhydrate.

Die hieher gehörigen Stoffe hat man Kohlenhydrate genannt, da in ihnen neben Kohlenstoff Wasserstoff und Sauerstoff in demselben Verhältnisse enthalten sind, wie im Wasser; bemerkenswerth ist übrigens, dass nach den Atomgewichtsbestimmungen dieser Körper in ihnen die Zahl der Kohlenstoffatome immer durch 6 theilbar ist. Trotz der zahlreichen Untersuchungen, die man wenigstens mit einzelnen dieser Stoffe angestellt hat, ist es doch noch nicht möglich gewesen, sich eine bestimmte Vorstellung von deren theoretischer Constitution zu machen.

Theoretische Constitution.

Eigenschaften.

So verschieden die physiologischen Eigenschaften dieser Körper sind, selbst bei vollkommener Isomerie, so haben sie doch namentlich in ihren Umwandlungsproducten manche Aehnlichkeiten. Sie sind sämmtlich so indifferent, dass sie sich nur schwierig mit andern Körpern vereinigen lassen, und zwar meistens in mehrern Verhältnissen. In der Hitze zersetzen sie sich sämmtlich und bilden saure Destillationsproducte und neben Wasserdämpfen entzündliche Gase. Bei Digestion mit verdünnten Säuren setzen sich die meisten in Krümelzucker um. Durch concentrirte Salpetersäure werden sie in Oxalsäure oder Schleimsäure und Zuckersäure umgewandelt; andere concentrirte Mineralsäuren erzeugen daraus humusartige Substanzen. Bekanntlich zerfallen diese Körper in

vier Gruppen; Zucker, Gummi, Stärkmehl und Pflanzenfaserstoff. In Beziehung zur Thierchemie stehen von den einzelnen Gliedern dieser Gruppen nur folgende:

Krümelzucker .	$C_{12}H_{12}O_{12} + 2HO$
Milchzucker . .	$C_{12}H_{12}O_{12}$
Inosit	$C_{12}H_{12}O_{12} + 4HO$
Paramylon . .	$C_{12}H_{10}O_{10}$
Cellulose . . .	$C_{12}H_{10}O_{10}$

Krümelzucker oder auch sog. *Schleimzucker*, Glucose, findet sich in den ersten Wegen immer nach Genuss zucker- und stärkmehlhaltiger Nahrungsmittel, hauptsächlich im *Dünndarme*; indessen ist die Menge meist gering, weil der Zucker, kaum aus Stärkmehl gebildet, alsbald resorbirt wird. Krümelzucker. Vorkommen.

Im *Chylus* werden nach stärkmehlhaltiger Nahrung immer nur Spuren von Zucker gefunden.

Zucker ist ein constanter Bestandtheil des *Blutes*; besonders reich daran ist das Blut der Lebervenen, während im Blute der Pfortader auffallender Weise (da doch im Darme so viel Zucker erzeugt und jedenfalls von den Venen resorbirt wird) nur Spuren von Zucker gefunden worden sind.

In den Harn geht Zucker unter normalen Verhältnissen nur über, wenn sehr grosse Mengen auf einmal oder in kurzer Zeit genossen worden sind, und auch dann findet man ihn nicht häufig im Harn, da er schon innerhalb der Harnblase sich ziemlich schnell zersetzt. Sehr leicht geht Zucker in den Harn über, wenn er in nicht zu geringer Menge in eine Vene injicirt worden ist; directe Versuche an Kaninchen haben gelehrt, dass, wenn der Zuckergehalt des Bluts 0,4% übersteigt, solcher im Harn erscheint; ist weniger davon im Blute, so wird er schon innerhalb des Kreislaufs zersetzt.

In jener noch immer sehr räthselhaften Krankheit, dem Diabetes mellitus, werden täglich mit dem Harn sehr erhebliche Mengen Zucker ausgeschieden. In andern Krankheiten hat man nur selten Zucker in den Harn übergehen sehen; die Fälle und Verhältnisse, unter denen er abnormer Weise in den Harn übergeht, sind jedoch noch keineswegs genügend constatirt. Richtig beobachtet, aber noch keineswegs genügend

erklärt, ist die Entdeckung, dass die Verletzung des Grundes der vierten Hirnhöhle, also der Medulla oblongata an einem gewissen Punkte, Zuckerharnen für mehrere Stunden nach sich zieht.

In der *Amnios-* und *Allantoïsflüssigkeit* hat man zuweilen Zucker gefunden.

Auch im *Eiweiss* so wie im *Dotter der Eier* findet sich constant etwas Zucker; während der Bebrütung scheint der Zuckergehalt des Eies zuzunehmen.

Im *Safte des Lebergewebes* findet sich auch dann Zucker, wenn weder stärkmehl- noch zuckerhaltige Nahrungsmittel dem Organismus zugeführt worden waren. In der Leber des Menschen, der Säugethiere und Vögel ist der Zuckergehalt viel bedeutender, als in der der Reptilien; in der frischen Leber des Menschen und der Säugethiere und Vögel findet man nämlich durchschnittlich 2% Zucker, in der der Reptilien aber höchstens 1%. Merkwürdiger Weise scheint in der Leber der Fische gar kein Zucker enthalten zu sein. Auch in Krankheiten schwindet der Zucker nicht selten aus der Leber.

Im Diabetes findet man Zucker auch in allen *serösen Flüssigkeiten*, im *Speichel*, im *Erbrochenen*, in den *festen Excrementen* und selbst zuweilen im *Schweisse*, dagegen nicht im Gehirn, Rückenmark, Pankreas und der Milz.

Ursprung. Zwei Quellen des Zuckers im Organismus liegen ziemlich zu Tage; Speichel, pankreatischer Saft und Darmsaft verwandeln das Stärkmehl des Nahrungsmittel in Zucker. Andrerseits wird aber in der Leber Zucker wahrscheinlicherweise aus stickstoffhaltigen Materien erzeugt, wofür nicht blos der Zuckerreichthum der Leber an sich spricht, sondern auch der Umstand, dass das der Leber zufliessende Blut (das der Pfortader) so arm daran ist, während das davon abfliessende (das der Lebervenen) reicher darin ist, als das Blut irgend eines andern Gefässes.

Ueber die hohe physiologische Bedeutung des Zuckers wird erst unter „Stoffwechsel“ ausführlicher gehandelt werden.

Milchzucker. Der Milchzucker scheint ein integrirender Bestandtheil der *Milch* aller Säugethiere zu sein; in der Milch fleisch-

fressender Thiere findet sich aber weit weniger, als in der pflanzenfressender. (Ueber die Mengen in der Milch verschiedener Thiere enthaltenen Zuckers s. unten „Milch"). In andern thierischen Flüssigkeiten hat man bis jetzt Milchzucker nicht mit Bestimmtheit nachweisen können.

Da im Blute nur der gährungsfähige Krümelzucker gefunden wird, so ist es mehr als wahrscheinlich, dass der Milchzucker erst in den Brustdrüsen und zwar aus jenem Zucker erzeugt wird.

Von dem Zwecke des Zuckers zur Ernährung des Säuglings wird unter „Stoffwechsel" die Rede sein.

Der Inosit (*F.* T. 6, F. 6), jener der Weingährung unfähige Zucker, ist merkwürdiger Weise nur im *Safte des Herzfleisches* gefunden worden. Inosit.

Das Paramylon, eine dem Stärkmehl höchst ähnliche Substanz, wurde in dem Körper eines Infusoriums, der Euglena viridis, gefunden. Paramylon.

Die Cellulose, welche bekanntlich die Grundlage aller Pflanzenzellen bildet, ist nur in einigen niedern Thieren gefunden worden, z. B. im Mantel der Phallusia mammillaris, in der knorpligen Hülle der einfachen Ascidien, in dem lederartigen Mantel der Cynthien und im äussern Rohre der Salpen. Ob die Cellulose oder ein ähnlicher Stoff in gewissen Theilen des Gehirns höherer Thiere, so wie in gewisssen pathologischen Ablagerungen vorkomme, ist noch sehr zweifelhaft. Cellulose.

Farbstoffe.

Die Farbstoffe und namentlich die thierischen gehören zu denjenigen Materien, deren theoretische Constitution noch fast gar nicht erforscht ist. In die Thierchemie gehören;

Haematin . .	$C_{44}H_{22}N_2O_6Fe$.
Gallenpigment	?
Harnpigment	?
Melanin	?

Haematin. Das Haematin findet sich nur in den gefärbten Blutzellen der höhern Thiere und zwar innig gemengt mit dem Haematokrystallin derselben. Ob aber das chemisch künstlich dargestellte Haematin identisch ist mit dem in den Blutzellen gelösten und ob es sich von diesem etwa wie geronnenes Albumin von nicht geronnenem unterscheidet, oder ob es ein vollkommnes Umwandlungsproduct desselben ist, hat sich noch nicht entscheiden lassen, da alle Versuche, das lösliche Blutpigment vom Haematokrystallin zu isoliren, bis jetzt fehlschlugen.

Dass das Verhältniss des Haematins zum Gesammtblute sich mit der Zahl der Blutkörperchen ändere, ist kaum anders zu erwarten; allein dass auch das Verhältniss dieses Pigments zu den Blutkörperchen oder dem Haematokrystallin ein variables sei, ist mindestens wahrscheinlich; einerseits finden wir namentlich die Farbintensität der einzelnen Blutkörperchen

höchst verschieden, ebenso die des künstlich daraus dargestellten gefärbten Haematokrystallins; darf man andrerseits aus dem Eisengehalte der Blutkörperchen auf deren Gehalt an Haematin schliessen, so haben auch directe Analysen eine Verschiedenheit im Gehalte der Blutkörperchen an diesem Stoffe dargethan.

Ueber die Genesis des Haematins im Blute sind wir völlig im Dunkeln.

Dass das Haematin in den Blutkörperchen eine bestimmte Function haben müsse, ist kaum zu bezweifeln; welches dieselbe aber sei, ist bis jetzt nicht ermittelt; denn es ist nur ein Rathen, wenn man aus den Farbveränderungen, die es unter Einfluss verschiedener Gase erleidet, darauf schliessen will, dass durch dasselbe der Gasaustausch im Blute vermittelt werde. Physiologischer Werth.

Zu Grunde zu gehen scheint das Haematin, gleich den Blutkörperchen, hauptsächlich in der Milz; wenigstens hat man in dem aus letztrer ausgepressten Safte eine Modification des Haematins gefunden. Wenn das Blut im Körper extravasirt (aus einem Gefässe austritt) und längere Zeit im Bindegewebe oder Parenchym eines Organes stagnirt, so wird es in einen krystallinischen, meist granatrothen Körper, Haematoïdin, umgewandelt (*F.* T. 6, F. 3). Haematoïdin.

Der Gallenfarbstoff findet sich, wie der Name lehrt, in der *Galle* vor, gewöhnlich aufgelöst, doch bildet er auch ganze Concremente oder wenigstens die Kerne derselben. Chemisch ist dieses Pigment noch so wenig genau untersucht, dass man von der innern Verschiedenheit der verschiedenen Modificationen desselben noch keine deutlichen Vorstellungen hat; man weiss nur, dass das ursprüngliche Pigment, namentlich bei Menschen und Fleischfressern, braun ist, *Cholepyrrhin*, und dass es durch allmählige Oxydation oder durch Sauerstoff selbst schon in der Gallenblase grün wird. In der Galle der meisten Vögel, Fische und Amphibien scheint nur grünes Gallenpigment, *Biliverdin*, vorzukommen. Gallenpigment. Cholepyrrhin. Biliverdin.

Im *Darme* wird das Gallenpigment sehr bald verändert, so dass es selbst mit salpetriger und Salpetersäure nicht mehr

das bekannte Farbenspiel zeigt; es geht in ein gelbes Pigment über, welches wir in den *Excrementen* wieder finden.

Im *Blute* und in *serösen Flüssigkeiten* finden wir Gallenpigment bei allen Arten von Ikterus.

Bei letztgenannter Krankheit trifft man dieses Pigment auch stets im *Harne* an, der dann braunroth gefärbt ist und sowohl bei seiner sauren Gährung als auf Zusatz von Säuren grün wird.

Bildungsstätte. Dass das Gallenpigment erst in der Leber gebildet worden, dafür sprechen dieselben Gründe, welche wir für die Erzeugung der Gallensäuren in der Leber geltend gemacht haben (s. oben S. 41). Indessen hat die Hypothese, dass das Gallenpigment aus dem Haematin hervorgehe, allerdings darin eine Stütze gefunden, dass das erstere, wenn es lange Zeit in der Blase verweilt, sich in einen dem Haematoïdin ganz ähnlichen, gleich krystallisirenden Körper verwandelt. Die stänglichen oder wurstförmigen Massen des Gallenpigments,

Bilifulvin. *Bilifulvin* (*F.* T. 6, F. 4), wie sie sich in stagnirender Galle nicht selten vorfinden, werden durch Aether so wie durch Eintrocknen und Wiederanfeuchten mit Wasser in vollkommne Haematoïdinkrystalle verwandelt.

Physiologischer Werth. Ob das Gallenpigment im Darme noch einen besondern Zweck zu erfüllen habe, oder ob es reines Excretionsproduct sei, darüber lässt sich keine Meinung aufstellen.

Melanin. Das Melanin bildet, in dodekaëdrische Zellen eingeschlossen, einen dichten Ueberzug über die Innenseite der Choroïdea; in ästigen Zellen überzieht es auch die Gefässe und Nerven des Frosches und andrer Amphibien. Wahrscheinlich bestehen auch die schwarzen Pigmentmassen in den schwarzen Bronchialdrüsen, im Lungengewebe, im Rete Malpighi der Negerhaut und in melanotischen Geschwülsten aus Melanin, vielleicht auch die schwarzen Granula im obsolescirenden Körnchenzellen und alten Blutextravasaten.

Dass das Melanin ein Umwandlungsproduct des Haematins sei, dafür spricht ebensowohl sein Eisenreichthum als die Art seines Vorkommens.

Die physikalische Bedeutung des Pigments in der Choroïdea ist an sich klar; ob an andern Orten das Melanin noch besondre Zwecke verrichte, wissen wir nicht.

Der Harnfarbstoff, von dem im gesunden Harne mindestens zwei Species vorkommen, deren verschiedenes physikalisches Verhalten uns im krankhaften Harne oft so auffällig vor Augen tritt, ist chemisch noch so wenig erforscht, dass die Physiologie und Pathologie aus den bisherigen Untersuchungen so gut wie nichts gewonnen haben. Harnpigmente.

Histogenetische Stoffe.

Die hieher gehörigen allgemeiner im thierischen Organismus verbreiteten stickstoffhaltigen Materien sind chemischerseits zwar schon sehr mannigfachen und sorgfältigen Untersuchungen unterworfen worden: allein noch ist es nicht gelungen, eine bestimmtere Ansicht über ihre theoretische Constitution und das Verhältniss der einander zum Theil so ähnlichen Glieder dieser Classe aufzustellen. In diesem wichtigsten Theile der Zoochemie bietet uns also die theoretische Chemie nur sehr wenig feste Stützpunkte dar. Der Hauptgrund dieser traurigen Erscheinung ist darin zu suchen, dass es noch nicht gelungen ist, für eine einzige der hieher gehörigen Materien das Atomgewicht genau zu bestimmen, ja dass vielleicht noch keine einzige absolut oder chemisch rein dargestellt worden ist. Die zahlreichen Elementaranalysen dieser Stoffe haben bei deren ohne Zweifel sehr hohen Atomgewichten zu keinen einigermaassen sichern Resultaten geführt. Wir können daher auch diese Analysen nicht ausbeuten, um das Verhältniss dieser Stoffe zu den Materien zu entwickeln, welche bei dem thierischen Stoffwechsel aus ihnen hervorgehen. Es fehlt uns sonach eigentlich noch an den ersten Grundlagen zu einer Lehre vom thierischen Stoffwechsel; denn ohne genaue Kenntniss der innern Constitution dieser wich- Theoretische Constitution noch gänzlich unbekannt.

tigen Substrate des thierischen Organismus können wir höchstens ein Gewebe von Hypothesen anfertigen oder müssen uns darauf beschränken, die physiologischen Thatsachen einfach an einander zu reihen.

Gerade weil sich nicht in kurzen Zügen der chemische Charakter dieser Stoffe auffassen lässt, müssen wir in der Zoochemie etwas näher auf die physikalischen und chemischen Verhältnisse eingehen, als bei andern chemisch genauer erforschten Substanzen.

Eigenschaften. Im lufttrocknen Zustande sind sie sämmtlich fest, pulverisirbar, oder bilden leimartige, spröde, durchscheinende Lamellen; im feuchten Zustande sind sie bald durchscheinend gelblich, bald undurchsichtig weiss, bald fest und elastisch, bald weich, zäh und klebrig, bald gallertartig. Nur ein einziger von allen diesen Stoffen ist bis jetzt krystallisirt erhalten worden. Alle Stoffe dieser Art sind ohne Geschmack und Geruch, in Wasser die meisten unlöslich; die wenigen in Wasser löslichen verlieren theils durch Erhitzen, theils durch concentrirten Alkohol, theils auch durch Essigsäure ihre Löslichkeit in Wasser (werden coagulirt). Obgleich sie sehr hygroskopisch sind, bilden sie mit Wasser keine bestimmten Hydrate. In Alkohol, Aether und andern indifferenten Menstruis sind sie vollkommen unlöslich. Kein einziger dieser Stoffe ist unzersetzt flüchtig; beim Erhitzen zersetzen sie sich, geben Wasser ab, entwickeln neben Ammoniak eine grosse Anzahl verschiedener stickstoffhaltiger, theils neutraler, theils basischer, so wie auch stickstofffreier Producte.

Umwandlungen und Zersetzungen, Durch Kochen mit Wasser werden sie sämmtlich metamorphosirt und man hat sie diesem Verhalten nach in *eiweissartige* und *leimgebende* eingetheilt.

durch Säuren, Durch concentrirte Schwefelsäure und Salzsäure werden sie zerlegt und bilden, namentlich nach längerer Digestion, neben Ammoniaksalzen braune, humusartige Substanzen, welche hauptsächlich Leucin und Tyrosin und eine nicht näher untersuchte, krystallisirbare, flüchtige, übelriechende Substanz enthalten. Von concentrirter Salpetersäure werden sie besonders beim Erwärmen gelb gefärbt.

Bemerkenswerth ist die Zersetzungsweise dieser Substanzen durch oxydirende Mittel, wie Chromsäure oder Braunstein und Schwefelsäure; die stickstofffreien Producte, welche hier entstehen, gehören sämmtlich den flüchtigen Fettsäuren an, von der Ameisensäure bis zur Capronsäure oder deren Aldehyden, dazu liefern sie noch Benzoësäure und Bittermandelöl; neben Ammoniak bilden sich noch die Nitrile jener Säuren, namentlich Blausäure und Valeronitril (d. h. Cyanwasserstoff und Cyanvalyl). durch Oxydationsmittel,

Durch ätzende fixe Alkalien werden sie, sei es bei längerer Digestion ihrer Lösungen oder beim Zusammenschmelzen damit, unter Ammoniakentwicklung und Bildung von Ameisensäure und Kohlensäure in eine Menge stickstoffhaltiger, basischer und indifferenter Stoffe, wie Leucin, Glycin, Methylamin u. s. w. verwandelt. durch Alkalien.

Besonders hervorzuheben ist die Fähigkeit dieser Substanzen, ohne sichtliche oder erkennbare Mitwirkung andrer Materien lediglich durch Einwirkung der gewöhnlichen atmosphaerischen Einflüsse sogenannten spontanen Zersetzungsprocessen mit einem Worte der Fäulniss zu unterliegen, während alle andern Stoffe, sobald sie nur chemisch rein sind, durch die Atmosphaere allein keine Zersetzung erleiden. Die Dauer des Widerstandes dieser Substanzen gegen atmosphaerische Einflüsse hängt übrigens sehr von deren Cohaesionszustande ab; daher Sehnensubstanz weniger leicht fault als Bindegewebe und geronnenes Albumin später als nicht geronnenes. Die Fäulnissproducte sind: kohlensaures Ammoniak, Schwefelammonium, buttersaures und baldriansaures Ammoniak, Leucin, Tyrosin u. dergl. Fäulnissfähigkeit.

Noch ist eine Eigenschaft dieser Körper nicht zu übersehen, nämlich die, dass sie stets in Begleitung von andern Stoffen, namentlich Fett, Alkali- und Kalksalzen vorkommen, von denen sie meistens ohne Zersetzung nicht getrennt werden können. Leider lässt sich schwer bestimmen, in wie weit die begleitenden Substanzen chemisch mit diesen Körpern verbunden sind und in wie weit nicht. Daher ist man, zumal der Mehrzahl dieser Körper die Krystallisirbarkeit abgeht, Nicht chemisch rein darstellbar.

noch nicht im Stande gewesen, sie selbst oder eine ihrer Verbindungen chemisch rein darzustellen. Scharf distinguirte chemische Verbindungen hat man mit diesen Substanzen auch nicht erzielen können, theils weil sie sich in sehr mannigfachen Verhältnissen mit andern Stoffen, z. B. Bleioxyd u. s. w. vereinigen, theils weil ihnen selbst in diese Verbindungen die oben erwähnten Anhängsel mit folgen, von denen sie selbst dann nicht vollständig befreit werden können.

Eintheilung dieser Stoffe.

Diese Körper lassen sich zunächst in zwei grössere Gruppen eintheilen, welche auch in vieler Beziehung den physiologischen Functionen der einzelnen Glieder derselben entsprechen; die erste Gruppe umfasst die eiweissartigen Stoffe oder sogenannten Proteïnkörper; alle chemischen Qualitäten dieser Stoffe, ihre Umwandlungsformen und Zersetzungsweisen deuten sichtlich darauf hin, dass ihnen ein eigenthümlicher Typus gemeinschaftlich sein müsse, allein welches dieser Typus, welches die chemische Grundidee für die Constitution dieser Stoffe sei, das haben die bisherigen zahlreichen Untersuchungen noch nicht zu ermitteln vermocht. Dass auch ihr physikalischer Charakter ein sehr ähnlicher ist, geht aus der Thatsache hervor, dass diese Substanzen, d. h. also die Proteïnkörper, entweder in den zur Ernährung dienenden Flüssigkeiten des Thierkörpers aufgelöst sind, also gerade dem regsten Stoffwechsel unterliegen oder in den lebensthätigsten Organen, z. B. den Muskeln und Nerven, abgelagert sind, während die Glieder der zweiten Gruppe meist nur in den Geweben durch ihre physischen Eigenschaften dem Organismus dienstbar sind. Da die letztern aller Wahrscheinlichkeit nach aus den Proteïnkörpern hervorgehen, so nennen wir sie, weil ihnen ein gemeinschaftlicher chemischer Charakter abgeht, einfach nähere Abkömmlinge oder Derivate der Proteïnkörper. Wir sehen gerade wieder an diesen wichtigsten Materien des Thierkörpers den Satz bestätigt, dass die physiologische Function eines Stoffs stets von seiner chemischen Natur abhängig ist; denn während die Derivate der Proteïnkörper, welche meist künstlichen, chemischen und atmosphaerischen Einflüssen so sehr widerstehen, fast nur durch ihre physikalischen

Eigenschaften nützlich sind, sehen wir in den Proteïnkörpern Stoffe, welche die eigentlichen Vermittler des thierischen Stoffwechsels sind und an denen gerade die wichtigsten Functionen des thierischen Organismus ihren Ablauf nehmen. Sie sind dazu durch ihre chemische Natur auch am meisten geeignet; ihr chemischer Schwerpunkt ist äusserst labil; sie erleiden bei ihrer jedenfalls sehr complexen Constitution Umwandlungen, die man chemisch zu verfolgen noch gar nicht im Stande gewesen ist und die man bis jetzt selbst noch nicht errathen hat; wirken doch, neueren Beobachtungen nach, Sauerstoff und Kohlensäure sehr schnell wesentlich modificirend auf dieselben ein, während man bisher glaubte, dass diese Gase nur nach längerer Zeit in Folge fäulnissartiger Processe sie umzuwandeln vermöchten.

Proteïnkörper.

Diese Körper kommen im thierischen Organismus unter so vielfachen Formen und mit so mannigfachen chemischen Qualitäten begabt vor, dass man bei der Unmöglichkeit, sie einzeln rein darzustellen, noch völlig darüber in Zweifel ist, ob man es hier mit isomeren und polymeren Modificationen oder mit verschiedenen Verbindungen derselben Grundsubstanz oder nur mit Körpern von analoger Constitution zu thun hat. Wir müssen uns daher bei dem Mangel wissenschaftlich chemischer Unterlagen an die vulgäre Auffassungsweise und Darstellung dieser Substanzen halten und führen daher die folgenden als einzelne Glieder dieser Gruppe auf: Theoretische Constitution.

Albumin
Fibrin
Syntonin
Caseïn
Globulin
Haematokrystallin.

Eine der auffallendsten Eigenthümlichkeiten dieser Stoffe besteht schon darin, dass sie alle in *zwei* wesentlich von einander verschiedenen *Modificationen* auftreten können. In der einen Modification, die man gewöhnlich die lösliche nennt,

kommen sie nur im thierischen Organismus vor, wenn sie auch dort ungelöst sind und sich in Wasser auch künstlich nicht auflösen lassen. Sie erleiden aber, hauptsächlich durch Kochen, in ihrem Cohaesionszustande und dem Grade ihrer Löslichkeit eine so wesentliche Veränderung, dass sie sich als sehr verschieden von den ursprünglichen Substanzen darstellen. Man hat diesen Uebergang aus der löslichern Modification in die unlöslichere mit dem Namen „*Coagulation, Gerinnung*" belegt, ohne dass es bis jetzt möglich gewesen ist, die dabei vor sich gehende chemische Veränderung näher zu erforschen. Man könnte daran denken, dass die Coagulation nur auf einer ähnlichen Umlagerung der Molecüle beruhe, wie beim Unlöslichwerden des Zinnoxyds, der Titansäure u. s. w. in der Hitze: allein directe Beobachtungen haben nachgewiesen, dass sich bei der Coagulation der Proteïnkörper etwas von ihnen ablöst und wenn dieses auch nur 2% der ursprünglichen Substanz beträgt; es ist so gut wie erwiesen, dass beim Gerinnen des Albumins Alkali sich von der löslichen Modification ablöst, bei dem des Haematokrystallins aber eine Säure nebst Salzen. Man würde daher die löslichen Stoffe als Verbindungen betrachten können, die beim Erhitzen einen nähern Bestandtheil verlieren, wodurch das Hauptaggregat unlöslich wird; letzteres verliert aber dabei zugleich die Fähigkeit, sich unmittelbar wieder mit der getrennten Substanz zu verbinden, so wie das bei den gepaarten Stoffen oder den Aethyloxydsalzen der Fall zu sein pflegt.

Gerinnungsprocess.

Eigenschaften der löslichen Proteïnstoffe.

Die *löslichen Proteïnkörper* bilden im eingetrockneten Zustande schwachgelbliche, durchscheinende, zerreibliche Massen, ohne Geruch und Geschmack, löslich in Wasser, unlöslich in Alkohol und Aether; aus wässriger Lösung werden sie durch Alkohol praecipitirt und meistens dadurch in Wasser unlöslich; durch Mineralsäuren und Gerbsäuren werden sie gefällt, nicht aber durch andre vegetabilische Säuren und Alkalien; Metallsalze wirken sehr verschieden auf sie ein, bald fällend, bald nicht fällend. Besonders charakteristisch ist, dass sie weder durch Essigsäure noch durch neutrale Alkalisalze gefällt werden, wohl aber, wenn beide gemeinschaftlich

ihren wässrigen Lösungen zugesetzt werden; der hierdurch entstandene Niederschlag hat andre Eigenschaften als die ursprüngliche Substanz, ist aber in reinem Wasser löslich und daher nicht mit der coagulirten Form zu verwechseln.

Im unlöslichen oder coagulirten Zustande sind die Proteïnkörper frisch gefällt weiss, flockig oder klumpig oder zäh und leimartig, trocken dagegen weiss und pulverisirbar; in concentrirter Essigsäure sind sie mehr oder weniger leicht löslich, und werden aus dieser Lösung besonders durch Blutlaugensalz gefällt. Mit Mineralsäuren gehen sie Verbindungen ein, die meistens in säurehaltigem Wasser unlöslich sind, in reinem Wasser sich aber auflösen. Durch concentrirte Salpetersäure werden sie namentlich beim Erhitzen intensiv gelb gefärbt, durch concentrirte Salzsäure bei gelinder Wärme und hinlänglichem Luftzutritt allmählig blau. Von Iodlösung werden sie intensiv braungelb, von einer Lösung salpetrig- und salpetersauren Quecksilberoxyduls roth gefärbt. der unlöslichen Proteïnstoffe.

Alle Proteïnkörper enthalten *Schwefel*; man weiss aber noch nicht, in welcher Form er in ihnen enthalten ist.

Dass die Proteïnkörper in einem etwa dem Salicin, Populin und Phlorrhizin ähnlichen Verhältnisse zu einander stehen, wird dadurch wahrscheinlich, dass z. B. auf Anwendung oxydirender Mittel Fibrin mehr Buttersäure und Baldriansäure, Caseïn dagegen mehr Essigsäure als Albumin liefert. Man könnte hieraus, da die übrigen Zersetzungsproducte dieser Körper sehr übereinstimmen, auf Homologie derselben schliessen; da jedoch homologe Körper meist isomorph sind, so können wenigstens nicht alle Proteïnkörper als Homologa betrachtet werden, indem so ganz ähnliche Körper, wie das Haematokrystallin, je nach dem Thierblute, denen sie entlehnt sind, in durchaus verschiedenen Systemen krystallisiren. Sind die Proteïnkörper einander homolog?

Das Albumin hat wenig charakteristische Kennzeichen; man erklärt dafür gewöhnlich denjenigen Proteïnkörper, dessen Lösung bei 63° vollkommen gerinnt; man muss sich aber daran erinnern, dass die Gerinnbarkeit in jeder Hinsicht eine durchaus relative Eigenschaft ist; denn ebensowohl der Temperaturgrad als die Gerinnungsform des Albumins sind haupt- Albumin. Chemische Eigenschaften.

sächlich von beigemengten oder mit dem Albumin verbundenen Stoffen abhängig; durch vorsichtigen Zusatz von Alkalisalzen oder von Spiritus kann man das Albumin fast bei jedem Temperaturgrade unter + 63° gerinnen lassen. Ueberschüssiges Alkali wie überschüssige freie (an sich das Albumin nicht praecipitirende) Säure hindern die Ausscheidung des Albumins in der Hitze, allein durch nachfolgende Neutralisation der wenn auch erkalteten Flüssigkeit wird das Albumin in unlöslicher Form gefällt. Beim Verdampfen sehr saurer oder sehr alkalischer Albuminlösungen bildet sich auf deren Oberfläche eine dichte farblose Haut coagulirter Substanz. Aus schwach alkalischen Lösungen gerinnt das Albumin in gallertartiger Form, oder so, dass die Flüssigkeit milchig bleibt; letztre reagirt dann mehr alkalisch, als vor dem Erhitzen. Aus völlig neutralen oder schwach sauren Lösungen gerinnt das Albumin in Flocken und Klümpchen, während die Flüssigkeit vollkommen klar und gut filtrirbar wird. Beim Gerinnen verliert übrigens das Albumin einen Theil seines Schwefelgehalts.

Physiologisches Verhalten. Das Albumin bildet einen constanten Bestandtheil aller derjenigen thierischen Säfte, welche dem Organismus oder einzelnen Theilen desselben das Material zur Ernährung oder zum Wiederersatz zuführen; es findet sich daher hauptsächlich im *Chylus*, im *Blute* und der *Lymphe*, im *Ei*, den *Graaf*'schen *Follikeln* u. s. w.; ausserdem tritt es aber überall auf, wo normale oder abnorme Transsudationen aus den Blutgefässen stattgefunden haben; daher in der Flüssigkeit der serösen Säcke, in den parenchymatösen Flüssigkeiten aller lebensthätigen Organe.

Vorkommen.

Im Serum des Blutes macht es den Hauptbestandtheil aus; im flüssigen Serum sind 7,8 bis 9,8% enthalten; von den festen Bestandtheilen desselben beträgt es aber gegen 85%.

Die *Secrete* und *Excrete* des thierischen Körpers enthalten nur unter abnormen Verhältnissen Albumin, namentlich bei Entzündungszuständen der secernirenden Flächen.

Ursprung. Dass das Albumin der thierischen Säfte aus den stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln, d. h. aus deren Proteïnsubstanzen abstammt, ist nicht zu bezweifeln, da wenigstens die sorgfäl-

tigsten quantitativen Untersuchungen nachgewiesen haben, dass die mit den gewöhnlichen Nahrungsmitteln der Thiere aufgenommenen Mengen von Proteïnkörpern für den Bedarf des Organismus völlig ausreichend sind. Auf welche Weise aber diese Proteïnkörper, wie Caseïn, Legumin, Fibrin u. s. w., nachdem sie im Magen in sog. Peptone umgewandelt und in die Säftemasse resorbirt worden sind, wieder in normales Blutalbumin verwandelt werden, ist noch gänzlich unbekannt.

Physiologischer Werth.

Die physiologische Bedeutung des Albumins als Bildungs- und Ernährungsmaterial für alle stickstoffhaltigen Gewebe des thierischen Organismus geht schon aus seinem Vorkommen zur Gnüge hervor. Ebenso lehrt die Untersuchung der Gewebssubstanzen, dass dasselbe nur geringer Modificationen bedarf, um in die contractile Materie organischer oder animalischer Muskeln oder in den Inhalt der Nervenröhren umgewandelt zu werden. Wir wissen indessen nicht, auf welche Weise aus Albumin sich Zellen und Gewebe herausbilden. Wir glauben zwar in den sog. Derivaten der Proteïnkörper einige solcher Uebergangsstufen vom Albumin zur Gewebsmaterie kennen gelernt zu haben, allein noch sind wir weit davon entfernt, um den chemischen Hergang selbst nach chemischen Gleichungen Schritt für Schritt zu verfolgen. Denn auch jene Modificationen des Albumins, die man im thierischen Organismus gefunden hat, z. B. die coagulirbare Materie des pankreatischen Saftes, das Paralbumin und Metalbumin mancher hydropischer Flüssigkeiten, die Umwandlungsformen der Proteïnkörper bei der Verdauung im Magen sind chemisch noch so wenig untersucht, dass sie in keiner Hinsicht einen Anhalt zu einer wissenschaftlichen Auffassung vorliegender Frage geben könnten.

Fibrin. Chemische Eigenschaften.

Das Fibrin, der thierische Faserstoff, charakterisirt sich vor allen übrigen Proteïnkörpern hauptsächlich durch seine Eigenschaft, sich, sobald die Flüssigkeit, in der er gelöst ist, dem Organismus entzogen ist, in fester Gestalt und zwar in Form höchst feiner Fäden oder faltiger Plättchen abzuscheiden (*F.* T. 9, F. 2). Die Eigenschaften des gelösten Fibrins sind so gut wie unbekannt; man weiss nur, dass es aus seiner

natürlichen Lösung nicht durch Essigsäure, wohl aber durch Aether und durch Kalilauge gefällt wird. Das spontan geronnene Fibrin zeigt aber wieder einige vom gekochten Fibrin verschiedene Eigenschaften; das erstre ist ein an der Luft sehr leicht zersetzbarer Körper, denn es geht schneller als jede andre Proteïnsubstanz unter Sauerstoffabsorption in Fäulniss über; auch wird von ihm Wasserstoffhyperoxyd alsbald zersetzt; es zeichnet sich dadurch aus, dass es in Wasser, welches 0,1% Salzsäure enthält, gallertartig aufquillt, sich aber nicht auflöst, wie andre Proteïnkörper, und dass es sich bei Digestion mit einer verdünnten Salpeterlösung (1 Th. Salz in 17 Th. Wasser) zu einer in der Hitze gerinnbaren Flüssigkeit auflöst. Von den Modificationen der spontanen Gerinnung des Fibrins wird unter „Blut“ ausführlicher die Rede sein.

Am gekochten Fibrin sind keine Eigenschaften wahrzunehmen, die es wesentlich von andern gekochten Proteïnkörpern unterschieden.

Physiologisches Verhalten. Vorkommen.

Das Fibrin findet sich in natürlicher Lösung im *Chylus* (durchschnittlich zu 0,1%) im *Blute* (zu 3%) und in der *Lymphe* (zu 0,05%).

Die Menge des Fibrins im Blute verschiedener Gefässe ist nicht gleich; so enthält das Arterienblut durchschnittlich mehr Fibrin, als das der Venen; in dem Blute der Milzvene ist sehr wenig Fibrin enthalten, das Blut der Lebervenen enthält gar keines. Das Blut Neugeborner enthält weniger Fibrin, als das Erwachsener; in den letzten Monaten der Schwangerschaft nimmt der Fibringehalt des Bluts erheblich zu. In allen entzündlichen Krankheiten findet sich das Fibrin im Blute bedeutend vermehrt.

Nur bei wahrhaft entzündlicher Ausschwitzung findet man Fibrin in der Flüssigkeit *seröser Säcke* oder auf *Schleimhäuten* oder im *Parenchym der Organe* und zwar weit seltner gelöst als spontan geronnen.

Entstehung.

Aus dem ganzen Vorkommen des Fibrins ist zu schliessen, dass dasselbe ein Umwandlungsproduct des Albumins ist. Indessen sind wir auch hier noch nicht im Stande, die Art und Weise jener Umwandlung näher zu bezeichnen. Dürfen

wir auf die Elementaranalysen dieser Substanzen überhaupt einen Werth legen, so möchte das kleine Plus von Oxygen, welches man im Fibrin gefunden hat, dieses als Oxydationsproduct charakterisiren. Bei hinreichender Zufuhr von Sauerstoff zum Blute bleibt das Proteïn nicht lange auf dieser Umwandlungstufe stehen; daher wir bei Kindern und Gesunden weniger davon im Blute finden, als bei Schwangern oder Entzündungskranken, bei denen die Zufuhr von Sauerstoff zum Blute beeinträchtigt ist, so dass das Proteïn länger auf dieser Umwandlungsstufe verweilt.

Die physiologische Bedeutung des Fibrins als Uebergangsstufe zu den höher oxydirten Gewebsmaterien ist dem Gesagten nach leicht ersichtlich. Ob aber alle thierischen Zellen oder Fasern vorher die Uebergangsstufe des Fibrins überschritten haben müssen, ist eine zur Zeit unbeantwortbare Frage. Physiologischer Werth.

Das Syntonin oder *Muskelfibrin* hat grosse Aehnlichkeit mit dem spontan geronnenen Blutfibrin; doch unterscheidet es sich von diesem dadurch, dass es sich in einem mit 0,1% Salzsäure angesäuerten Wasser auflöst und aus dieser Lösung durch Neutralisation als Gallerte gefällt wird; diese Gallerte giebt mit Kalkwasser oder sehr verdünnten Alkalien eine in der Hitze gerinnbare Lösung; in einer Lösung kohlensauren Kalis quillt jene Gallert zwar auf, wird aber durchaus nicht aufgelöst; ebenso unlöslich ist sie in Salpeterwasser. Syntonin.

Das Syntonin ist der wesentliche Bestandtheil der Fibrillensubstanz der quergestreiften Muskeln ebensowohl als der glatten Muskeln oder Faserzellen. Vorkommen und Verwendung.

In wiefern diese dem Albumin und Fibrin so nahe stehende Substanz zu den Zwecken der lebendigen Contractilität der Gewebe vorzugsweise vor andern Proteïnkörpern befähigt ist, lässt sich für jetzt noch nicht ahnen.

Das Caseïn unterscheidet sich von andern Proteïnkörpern besonders durch seine Gerinnungsweise; es gerinnt nämlich durch Kochen nicht, wohl aber durch Essigsäure und durch die Schleimhaut des Labmagens der Wiederkäuer oder den Magensaft der Fleischfresser. Talkerdesalze und Kalksalze schlagen das Caseïn nur beim Erwärmen nieder. Zwi- Caseïn.

schen geronnenem Caseïn und andern geronnenen Proteïnkörpern finden höchstens relative, aber keine wesentlichen Unterschiede statt.

Vorkommen. Das Caseïn findet sich in der *Milch* aller Säugethiere (zwischen 3 bis 17%).

Im *Blute* hat man eine Substanz in geringen Mengen gefunden, welche dem Caseïn sehr ähnlich ist, und die man daher *Serumcaseïn* genannt hat. Im Blute Schwangerer so wie in dem der Placenta soll dieselbe in grösserer Menge vorkommen.

Ausserdem findet sich Caseïn im *Interstitialsafte organischer Muskeln*, der *Thymusdrüse*, des *Zellgewebes*, des *elastischen Gewebes* und in der Flüssigkeit der *Allantoïs*.

Vitellin. Endlich findet sich das Caseïn auch im *Eidotter*; hier ist es mit Albumin gemengt, und dieses Gemeng wurde früher für eine besondre Proteïnsubstanz, *Vitellin* genannt, gehalten.

Ursprung. Ueber den genetischen Zusammenhang des Caseïns mit andern Proteïnkörpern lässt sich bei unsrer mangelhaften Kenntniss der theoretischen Constitution aller dieser Stoffe kein Urtheil fällen. Es muss daher auch noch ganz dahingestellt bleiben, ob das Caseïn der Milch erst in den Milchdrüsen gebildet oder schon im Blute erzeugt wird.

Physiologischer Werth. Unerklärt ist ferner, in wiefern gerade das Caseïn in der Milch als Nahrungsstoff so constant erscheint, während doch sonst das Albumin als hauptsächlicher Nährstoff auftritt. Ebenso unermittelt ist, in welchem Verhältnisse das Caseïn im Safte organischer Muskeln zu deren Function steht.

Globulin. Das Globulin ist dem Albumin sehr ähnlich: es gerinnt aber erst bei + 7[illegible]° zu einer milchigen Flüssigkeit oder gallertartigen Masse, wird seine mit Essigsäure angesäuerte Lösung mit Ammoniak neutralisirt, oder umgekehrt die ammoniakalische mit Essigsäure wieder neutral gemacht, so wird es gefällt. Charakteristisch ist endlich, dass es aus seiner wässrigen Lösung durch Kohlensäure gefällt wird, der entstandene Niederschlag löst sich aber in reinem Wasser bei Zuleiten von atmosphärischer Luft oder Sauerstoff wieder auf.

Das Globulin ist mit Bestimmtheit nur in der *Krystalllinse* des Auges gefunden worden und zwar zu 36%. Vorkommen und physiologischer Werth.

Dass diese concentrirte Globulinlösung in der Krystalllinse die Dienste eines lichtbrechenden Liquidums verrichtet, ist an sich ebenso klar, wie die Anordnung, dass die innern Schichten der Linse eine concentrirtere, die äusseren eine verdünntere Lösung enthalten, offenbar dem Zwecke der Achromatisirung dient.

Das Haematokrystallin ist die einzige krystallisirbare Proteïnsubstanz, allein gerade ihre Krystallform zeigt uns, dass wir es hier trotz der auffallendsten Uebereinstimmung der meisten physikalischen und chemischen Charaktere mit mindestens 3 oder 4 verschiedenen Stoffen zu thun haben. Denn die aus dem Blute der Meerschweinchen, Ratten oder Mäuse dargestellte Substanz krystallisirt in Tetraëdern (*F.* T. 10, F. 3), die aus dem Blute von Menschen und den meisten Fleischfressern in Prismen (*F.* T. 10, F. 1, 2, 5 u. 6), die aus dem Blute von Eichhörnchen in hexagonalen Tafeln (*F.* T. 10, F. 4) und die aus Hamsterblute in Rhomboëdern. Ausser durch ihre Krystallisirbarkeit zeichnen sich diese einander so nahe stehenden Substanzen vor allen andern Proteïnkörpern dadurch aus, dass sie durch salpetersaures Silberoxyd, Quecksilberchlorid, Zinnchlorür und basisch essigsaures Bleioxyd nicht gefällt werden, sondern nur durch salpetersaures Quecksilberoxydul und saures chromsaures Kali. Die Gerinnung erfolgt bei diesen Stoffen zwischen 63 und 65°, und die über dem Coagulum befindliche Flüssigkeit röthet dann Lackmus. Alle diese Körper halten das Blutpigment hartnäckig zurück, so dass sie ohne dieses noch nicht dargestellt worden sind. Bis jetzt hat man ausser ihrer Krystallform nur noch in ihrer Löslichkeit Unterschiede der einzelnen Glieder dieser Gruppe gefunden. Haematokrystallin. Physische und chemische Eigenschaften.

Diese Substanzen finden sich nur innerhalb der gefärbten Blutkörperchen der Wirbelthiere; man hat aus jedem bis jetzt in dieser Hinsicht untersuchten Blute diese Materien krystallisirt dargestellt. Physiologische Bedeutung.

Bei der vollkommnen Unkenntniss der chemischen Constitution dieser Substanzen lässt sich über deren Genesis keine Meinung bilden; die Frage nach der physiologischen Function dieser Substanzen kann erst unter „*Blut*" berücksichtigt werden.

Nähere Abkömmlinge der Proteïnkörper.

Hieher zählen wir nur einige chemisch noch keineswegs sattsam erforschte Materien, welche die Hauptgrundlage mehrerer Gewebe des thierischen Organismus ausmachen, nämlich die glutingebende Substanz
chondringebende Substanz
Substanz des elastischen Gewebes
Fibroïn und
Chitin.

Eigenschaften. Diese Stoffe haben ausser ihrer Unlöslichkeit in den indifferenten Menstruis fast nur das mit einander gemein, dass ihnen die wesentlichen Eigenschaften ihrer Mutterstoffe, der Proteïnkörper, abgehen.

Die aus den leimgebenden Geweben hervorgehenden Stoffe, Glutin und Chondrin, sind sehr vielfach untersucht worden, doch ist man noch nicht zu einer festen Ansicht über deren Zusammensetzung bei der grossen Analogie ihrer Eigenschaften gelangt.

Glutin. Chemisches Verhalten. Das Glutin, auch *Knochenleim, Colla* genannt, charakterisirt sich bekanntlich durch seine Löslichkeit in heissem Wasser, aus welchem es beim Erkalten gelatinirt; aus seiner wässrigen Lösung wird es gefällt durch Chlor, Quecksilberchlorid, Platinchlorid, Gerbsäure und Alkohol; bei der trocknen Destillation liefert es neben kohlensaurem Ammoniak viel Butylamin und Picolin, mit Chromsäure giebt es dieselben Zersetzungsproducte, wie die Proteïnkörper, nur mit dem Unterschiede, dass es weit mehr Baldriansäure liefert, als jene. Mit Alkalien behandelt liefert es viel Leucin und Glycin.

Glutin wird beim Kochen nur aus folgenden Geweben erhalten; aus den Knorpeln der Knochen (nach der Ossification), aus den Sehnen, der Lederhaut, dem Bindegewebe, aus

Hirschhorn, Hausenblase, Fischschuppen, den permanenten Knorpeln, wenn diese verknöchert sind, und aus den fasrigen Zwischengelenkknorpeln.

Physiologisches Verhalten.

Praeformirt ist das Glutin nur im Safte der *Milz* und im *Blute* bei jener Krankheit gefunden worden, welche man *Leuchaemie* genannt hat.

Da die Knorpel und Bindegewebssubstanz, den Elementaranalysen zufolge, dieselbe Zusammensetzung hat, wie das daraus hervorgegangene Glutin, so scheint jene Umwandlung nur auf einer Umlagerung der Atome zu beruhen.

Nach welcher chemischen Gleichung und unter welchen Bedingungen die glutingebende Substanz aus den Proteïnkörpern des Organismus hervorgehe, ist unbekannt.

Dass der Nutzen der glutingebenden Substanz hauptsächlich ein physikalischer ist, wird in der Histochemie noch näher erörtert werden.

Chondrin. Chemisches Verhalten.

Das Chondrin, der *Knorpelleim*, unterscheidet sich vom Glutin hauptsächlich dadurch, dass es, ausser durch Chlor, Quecksilberchlorid, Platinchlorid, Gerbsäure und Alkohol, auch durch Salzsäure, Essigsäure, Bleizucker, Alaun und schwefelsaures Eisenoxyd gefällt wird. Mit concentrirter Schwefelsäure behandelt liefert es nur Leucin, aber kein Glycin, mit Kalihydrat aber beides.

Chondrin bildet sich beim Kochen aus allen permanenten Knorpeln, ausser den fasrigen Zwischengelenkknorpeln oder ossificirten Knorpeln.

Physiologisches Verhalten.

Da das Chondrin etwas Schwefel enthält, so glaubt man, dass es den Proteïnkörpern noch etwas näher stehe, als das Glutin; da nun überdies der Knochenknorpel, so lange er noch nicht ossificirt ist, Chondrin beim Kochen liefert, sich dieses also erst bei der Ossification in Glutin umwandelt, so hat man einigen Grund zu der Annahme, dass das Chondrin ein Zwischenglied zwischen Proteïnsubstanz und Glutin sei.

Der Nutzen des Chondrins im Thierkörper fällt mit dem der chondringebenden Gewebe zusammen.

Stoff des elastischen Gewebes.

Die Substanz des elastischen Gewebes ist in allen bekannten Menstruis unlöslich, nur nach 30stündigem

Kochen bei 160° (im Papin'schen Digestor) wird sie in ei bräunliche, beim Erkalten nicht gelatinirende Substanz ve wandelt; von concentrirten Säuren wird sie zersetzt; conce trirte Schwefelsäure erzeugt aus ihr nur Leucin (kein Glycin durch concentrirte Kalilauge wird es nur nach tagelange Kochen zersetzt.

Diese Substanz kommt in jedem *Bindegewebe* unter d Form der sog. Kernfasern in einzelnen Fäden vor, zu grösse Mengen angehäuft aber in den eigentlichen *elastischen Bä dern*, z. B. im Nackenbande der Säugethiere, in den gelb Bändern der Wirbelsäule, den untern Stimmritzenbänden der gefensterten Arterienhaut u. s. w. Die Hüllenmembran der Zellen bestehen oft aus einer dem elastischen Gewebe si nicht unähnlich verhaltenden Substanz.

Ueber die chemischen Umwandlungen, welche die Erze gung dieser Substanz begleiten, wissen wir nichts.

Das Vorkommen dieser Substanz in den genannten Gew ben bezeichnet hinlänglich ihren physikalischen Zweck.

Fibroïn. Das Fibroïn, eine nur in concentrirter Schwefelsäu und Salzsäure lösliche und daraus durch Gerbsäure fällbar durch Alkalien zersetzbare Substanz, ist nur in der Seide u den Herbstfäden gefunden worden.

Chitin. Das Chitin ist ein in Wasser, Essigsäure und Alkali unlöslicher Körper, der in concentrirten Säuren zersetzt wir bei der trocknen Destillation nicht schmilzt und saure D stillationsproducte liefert; es scheint also, als wenn ein Ko lenhydrat in seine Zusammensetzung eingegangen wäre.

Dieser Körper bildet das Skelet aller Insecten; man fi det es ebensowohl in der äussern Haut derselben als in d Flügeldecken, den Tracheen, Schuppen und Haaren. Best tigt sich die Hypothese, dass das Chitin ein mit einem Ko lenhydrat gepaarter, stickstoffhaltiger Körper ist, so würd wir einen Schritt näher getreten sein zur Erklärung der B dung dieser Substanz aus den Nahrungsstoffen der Insecten.

Mineralsubstanzen des thierischen Körpers.

Unsre Kenntniss der anorganischen Stoffe und Verbindungen, welche im Thierkörper vorkommen, ist bei weitem noch nicht so vollkommen, als man nach dem Stande der mineral-analytischen Chemie wohl erwarten sollte. Dies liegt theils daran, dass man diese Stoffe meist nur aus der Asche bestimmte, beim Einäschern aber theils vollkommne Umsetzung der Bestandtheile oder Verflüchtigung einzelner Stoffe stattfand, so dass aus der Constitution der Asche nicht auf die praeformirten Substanzen zu schliessen ist, theils aber auch darin, dass die zur Untersuchung dieser Aschen angewendeten analytischen Methoden keineswegs sehr genaue Resultate zu geben im Stande waren. Man hat überdies das Verhältniss der einzelnen Mineralstoffe zu den organischen Substraten des Thierkörpers, namentlich zu den Proteïnkörpern und ihren Abkömmlingen noch viel zu wenig erforscht, als dass die physiologische Chemie bereits erhebliche Aufschlüsse über deren Function bei der thierischen Stoffmetamorphose zu geben vermöchte; doch lassen sich die im Thierkörper vorkommenden Mineralstoffe für jetzt etwa in folgender Weise übersehen.

Werth der Aschenanalysen.

Ein Theil derselben dient dem Organismus hauptsächlich zu physischen Zwecken; er ist in den soliden Geweben abgelagert, die ihre Festigkeit, ihre Widerstandsfähigkeit wenigstens zum Theil ihrem Gehalte an diesen Materien verdanken.

Eintheilung der Mineralstoffe des Thierkörpers.

Ein andrer Theil der Mineralstoffe greift thätig mit in den Stoffwechsel ein; er wirkt also mehr chemisch und bedingt manche zum Leben nothwendige Functionen.

Ein dritter Theil umfasst diejenigen Mineralstoffe, welche entweder nur zufällig in den Organismus gelangt sind, oder, aus den Metamorphosen im lebenden Körper hervorgegangen, nur als Ausscheidungsproducte zu betrachten sind.

Mechanisch nützende Mineralstoffe.

Mechanisch nützende Mineralstoffe.

Zu den mechanisch nützenden Mineralstoffen des Thierkörpers zählen wir:

Phosphorsauren Kalk
Kohlensauren Kalk
Phosphorsaure Talkerde
Fluorcalcium
Kieselsäure.

Phosphorsaurer Kalk.

Der phosphorsaure Kalk steht unter diesen Substanzen oben an, da er vorzugsweise die Festigkeit des Knochengerüstes bedingt. Knochenknorpel, wie die sog. permanenten Knorpel, verknöchern nur, d. h. werden nur fest und rigider, indem sie neben ihren histologischen Veränderungen dieses Kalksalz in sich aufnehmen. In allen Krankheiten der Knochen, mögen diese sonst noch so verschiedenartiger Natur sein, wird ihnen mehr phosphorsaurer Kalk, als organische Materie entzogen und sie werden dadurch brüchiger oder biegsamer.

Es giebt aber überhaupt kein *thierisches Gewebe,* welches nicht mehr oder weniger phosphorsauren Kalk enthielte. Bis jetzt hat sich noch nicht näher ermitteln lassen, in wieweit der Gehalt an diesem Salze auf die physischen Eigenschaften dieser Gewebe von Einfluss ist.

Fast in allen *thierischen Flüssigkeiten* finden wir phosphorsauren Kalk aufgelöst; hier ist er aber meistens an die in denselben gelösten Proteïnkörper gebunden; denn es giebt keine Proteïnsubstanz, die nicht beim Einäschern etwas phosphorsauren Kalk lieferte. Er ist in diesen zweifelsohne che-

misch gebunden und bedingt möglicher Weise einzelne Metamorphosen, denen jene Substanzen beim Stoffwechsel unterliegen. Die Proteïnkörper sind die Träger, durch welche das Kalkphosphat in den Zellen und Geweben abgelagert wird. Ueberdies sprechen mehrere Thatsachen dafür, dass das Kalkphosphat zur Zellenbildung unerlässlich nothwendig ist; dass dasselbe bei letzterm Processe wenigstens eine Rolle spiele, lässt sich z. B. auch daraus schliessen, dass selbst bei niedern Thieren, wo kohlensaurer Kalk die überwiegende Mineralsubstanz ist, sich an den Stellen, wo neue Zellen gebildet werden, phosphorsaurer Kalk anhäuft.

In thierischen *Concrementen* findet man gewöhnlich viel phosphorsauren Kalk.

Die Menge des phosphorsauren Kalks im *Harn* ist abhängig von der Menge des mit den Nahrungsmitteln (der animalischen Nahrung oder dem Legumin, Eiweiss oder Pflanzenleim vegetabilischer Nahrung) aufgenommenen phosphorsauren Kalks und dem Bedarf des Organismus an diesem Salze. Wegen des grössern Bedarfs fehlt z. B. im Harne während der letzten Monate der Schwangerschaft trotz guter Nahrung oft das Kalkphosphat; im Harne pflanzenfressender Thiere findet sich nur wenig, da das zugeführte Kalksalz gerade zum Bedarf ausreicht.

Dass dem thierischen Organismus das Kalkphosphat nicht nur als solches bereits gebildet mit der Nahrung zugeführt werde, sondern auch aus andern Kalksalzen und Phosphaten innerhalb des Körpers erst erzeugt werde, lehrt besonders die Untersuchung der Eier während der Bebrütung; das Kalkphosphat findet sich in weit geringrer Menge im entwickelten Embryo als im unbebrüteten Ei.

Kohlensaurer Kalk.

Der kohlensaure Kalk findet sich in untergeordneter Menge neben dem phosphorsauren in den *Knochen* der Wirbelthiere; in grosser Menge ist er dagegen in den festen Theilen der Wirbellosen abgelagert, wo er sichtlicher Weise demselben Zwecke dient, wie der phosphorsaure Kalk in den Knochen der Wirbelthiere.

In manchen thierischen Flüssigkeiten findet sich saurer kohlensaurer Kalk aufgelöst; so kommt er z. B. in nicht geringen Mengen im *Parotidensecrete* von Pferden so wie von Hunden vor, im *Harn* pflanzenfressender Thiere und wahrscheinlich auch in deren *Blute*.

In *Concrementen*, z. B. sog. Speichelsteinen, Venensteinen, Harnsteinen, findet sich mehr oder weniger kohlensaurer Kalk.

In krystallinischer Form findet sich kohlensaurer Kalk constant auf der äussern und obern Wand des ovalen Säckchens im *Vorhof des Gehörorgans* (in prismatischen Formen, nicht in Rhomboëdern); ähnliche Krystallanhäufungen finden sich bei den Batrachiern auf der *Hirnhaut* und in weissen glänzenden Säckchen an den *Zwischenwirbellöchern*.

Ueber den Ursprung des kohlensauren Kalks aus der vegetabilischen Nahrung und dem Trinkwasser kann kein Zweifel sein; doch mag sich ein Theil desselben auch im Blute durch Zersetzung organischsaurer Kalksalze bilden.

Phosphorsaure Talkerde.

Die phosphorsaure Talkerde begleitet den phosphorsauren Kalk überall.

Da dieses Salz in den *festen Excrementen* in grösserer Menge vorkommt, als phosphorsaurer Kalk, so hat man daraus schliessen wollen, dass die Chylusgefässe ein grösseres Absorptionsvermögen für Kalkphosphat als für Talkerdephosphat besitzen; allein abgesehen davon, dass sehr erhebliche Mengen phosphorsaure Talkerde im Darme absorbirt werden, wie wir aus dem reichlichen Gehalte des *Harns* an diesem Salze schliessen können, so dürfte jene Erfahrung wohl dadurch zu deuten sein, dass das Talkerdephosphat so geneigt ist, mit Ammoniak jenes schwerlösliche, krystallinische Salz zu bilden, welches wir in den Excrementen nie vermissen und in dem *Darminhalte* der Pflanzenfresser sich oft zu ausserordentlich grossen Concrementen anhäufen sehen.

Der Reichthum der Cerealien an diesem Salze erklärt sein Vorkommen gnügend.

Fluorcalcium.

Fluorcalcium findet sich constant in den Knochen in geringen Mengen, mehr in fossilen als in Knochen jetzt leben-

der Thiere. Grösser ist seine Menge im Schmelze der Zähne, dessen Härte man zum Theil dem Gehalte an dieser Substanz zuschreibt.

Im Organismus der höhern Thiere beschränkt sich das Vorkommen der Kieselsäure auf *Haare* und *Federn*. Geringere Mengen Kieselsäure hat man auch im *Blute*, der *Galle*, dem *Harn* namentlich der Vögel gefunden. Kieselsäure.

In den *festen Excrementen* stösst man immer auf Kieselsäure, theils als wirklichen Sand, theils von den Geweben der Pflanzennahrung herrührend.

Dass die *Skelete vieler Infusorien* hauptsächlich aus Kieselsäure bestehen, ist bekannt.

Chemisch wirkende Mineralstoffe.

Zu den in den Stoffwechsel tiefer eingreifenden, mehr chemisch wirkenden Mineralstoffen zählen wir die: Chemisch wirkende Mineralstoffe.

Chlorwasserstoffsäure
Chlornatrium
Kohlensaures Natron
Phosphorsaure Alkalien
Eisen.

Die Chlorwasserstoffsäure kommt frei, indessen wohl mehr als gepaarte Säure, nur im *Magensafte* vor; ohne freie Säure besitzt der Magensaft keine verdauende Kraft; nur Milchsäure kann in diesem die Stelle der Salzsäure vertreten. Chlorwasserstoffsäure.

Welche chemischen Processe in den Magensaftdrüsen die Salzsäure frei machen, ist bis jetzt noch völlig unerklärlich.

Chlornatrium ist in allen Theilen des Organismus, festen wie flüssigen, enthalten. Es ist eine wichtige Thatsache, dass dieser Körper einerseits stets den grössten Theil der löslichen Aschenbestandtheile thierischer Flüssigkeiten bildet, und andrerseits, dass es in den meisten thierischen Säften und namentlich im Blute in ziemlich constanter, vom Kochsalzgehalte der Nahrung unabhängiger Menge sich erhält. Die Vertheilung des Chlornatriums im thierischen Organismus ist durchaus nicht eine zufällige; während es im Blutserum, Chlornatrium.

im Chylus, in der Lymphe, im Eiweiss der Eier, so wie überhaupt in alkalischen Säften in grosser Menge angehäuft ist, tritt es in den Blutkörperchen, im Safte des Muskelfleisches und der Thymusdrüse, im Eidotter so zurück, dass darin oft kaum Spuren nachzuweisen sind. Im Blutserum steht seine Menge überdies in einem gewissen Wechselverhältniss zum Albumingehalte desselben; je weniger Albumin im Blute enthalten ist, desto mehr Chlornatrium finden wir darin. In den Transsudaten ist es aus physikalischen Gründen in relativ zum Albumin grösserer Menge enthalten als im Blutserum. In besonders grossen Mengen (10 bis 12% der festen Bestandtheile) findet es sich im Speichel, Magensafte, Schleim, Eiter und entzündlichen Exsudaten.

Da wir bei der Betrachtung des thierischen Stoffwechsels ausführlicher auf die physiologische Dignität des Chlornatriums eingehen müssen, so schweigen wir hier ganz von der Verwendung desselben zu physiologischen Zwecken.

Kohlensaures Natron.

Das kohlensaure Natron wird meistens erst durch das Einäschern der organischen Materien erzeugt, allein es findet sich auch praeformirt im *Blute*, in der *Lymphe*, in *Transsudaten*, im *Speichel* und im *Harn* pflanzenfressender Thiere.

Die verschiedenen Zwecke, welche dieses Salz im Blute und den übrigen Flüssigkeiten zu erfüllen hat, werden theils bei diesen, theils beim Stoffwechsel im Allgemeinen in nähere Betrachtung gezogen werden.

Phosphorsaure Alkalien.

Phosphorsaure Alkalien kommen in den meisten thierischen Flüssigkeiten, jedoch in höchst verschiedenen Mengen vor; bemerkenswerth ist es, dass sie gerade so dem Chlornatrium gegenüberstehen, wie die Kalisalze den Natriumverbindungen; sie kommen daher dort in grösster Menge vor, wo die Natronsalze und namentlich das Chlornatrium mehr zurücktreten; daher in den *Blutkörperchen*, im *Dotter* des Eies, in dem *Safte* der *Muskeln* und der *Thymusdrüse*; nur in sehr geringen Mengen findet man sie dagegen in den alkalischen Flüssigkeiten des Thierkörpers, wie im Blutserum, im Weissen des Eies u. s. w. Da sie demnach in den sauren Flüs-

sigkeiten überwiegend sind, so wird man dort meist saures phosphorsaures Kali, wie z. B. im Fleischsafte, anzunehmen haben.

Ihre Mengen im *Harn* sind ebenso von dem Verhältnisse der Nahrungsmittel und dem Verbrauche dieser Salze beim Stoffwechsel abhängig, wie die phosphorsauren Erden und das Chlornatrium.

Da mit der Pflanzennahrung dem Organismus meist Erdphosphate zugeführt werden, so mögen diese Alkalisalze wohl erst durch doppelte Wahlverwandtschaft innerhalb des Organismus gebildet werden.

Von ihrer physiologischen Function wird unter den „Exsudaten" und dem „thierischen Stoffwechsel" genauer die Rede sein.

Das Eisen, welches wir im Thierkörper theils als Chlorür, wie im *Magensafte,* theils als phosphorsaures Oxyd, wie in dem *Milzsafte,* theils in organischer Verbindung als Haematin in den *Blutkörperchen* vorfinden, spielt in der thierischen Oekonomie eine für uns zur Zeit unbegreifliche Rolle. Dass diese Rolle nicht unwichtig sein mag, dafür spricht auch das Vorkommen von Eisen in der Asche der *Milch* so wie des *Eies.* Eisen.

Excernirt wird das Eisen hauptsächlich durch die Leber; denn wir finden es besonders in der *Galle.*

Unsre gewöhnlichen Nahrungsmittel und Getränke enthalten so viel Eisen, dass der Ursprung des im Körper gefundenen leicht erklärlich ist.

Zufällige Mineralstoffe des Thierkörpers.

Zu den zufälligen Mineralbestandtheilen des Thierkörpers zählen wir: Zufällige Mineralbestandtheile.

Schwefelsaure Alkalien
Kohlensaure Talkerde
Mangan
Arsen
Kupfer

Blei
Ammoniaksalze
Rhodannatrium.

Schwefelsaure Alkalien.

Schwefelsaure Alkalien finden sich praeformirt fast in allen thierischen Flüssigkeiten, jedoch ausser im *Harn* nur in sehr geringen Mengen. Die Analysen des Bluts und andrer proteïnreicher Flüssigkeiten ergeben zwar gewöhnlich nicht geringe Mengen von Sulphaten, allein diese sind meist erst durch das Einäschern der schwefelhaltigen Proteïnkörper entstanden. Im *Blute* kommen nur sehr geringe Mengen praeformirt vor, da sie durch die Nieren sehr bald aus demselben entfernt werden.

Ihre Mengen im *Harn* sind daher je nach der Zufuhr von aussen höchst schwankend. Ihr gänzliches Fehlen in der Milch und im unbebrüteten Ei weist darauf hin, dass sie keine besondern Zwecke bei der thierischen Stoffmetamorphose erfüllen können, sondern dass sie als Producte des Stoffwechsels rein excrementitieller Natur sind.

Auffallend ist, dass in den Knochen der Reptilien und Fische nicht geringe Mengen von Sulphaten praeformirt vorkommen sollen.

Kohlensaure Talkerde.

Kohlensaure Talkerde kommt nur spärlich im Organismus vor, namentlich in den *Knochen* und in *Concrementen*. Im *Harne* pflanzenfressender Thiere trifft man oft erheblichere Mengen an. Da in den Cerealien und Gräsern meist nicht kohlensaure oder organischsaure, sondern phosphorsaure Talkerde enthalten ist, so mag das kohlensaure Salz des Harns der Herbivoren erst beim Stoffwechsel gebildet worden sein.

Mangan.

Mangan findet sich nur in höchst geringen Mengen als Begleiter des Eisens gerade so wie gewöhnlich im Mineralreiche. Gleich dem Eisen wird es hauptsächlich durch die Leber mit der *Galle* ausgeschieden.

Arsen.

Arsen hielt man eine Zeit lang für einen constanten Bestandtheil des Thierkörpers, allein es scheint nur unter besonders günstigen Verhältnissen in den Organismus überzugehen

und dann hauptsächlich durch die *Galle* ausgeschieden zu werden.

Ebenso sollten Kupfer und Blei stets in geringen Mengen im Organismus der höhern Thiere vorkommen: allein nur zuweilen hat man diese Metalle in der *Galle* und in *Gallensteinen* von Menschen und Rindern mit Sicherheit nachweisen können. Im blauen *Blute* einiger Ascidien, Cephalopoden und Mollusken ist Kupfer als integrirender Bestandtheil erkannt worden. **Kupfer und Blei.**

Ammoniaksalze finden sich bei weitem seltner im thierischen Organismus, als man dies früher angenommen hat; selbst im *Urine* ist deren Menge im normalen Zustande nur äusserst gering. Wie hier so erzeugt sich im *Schweisse* das Ammoniak erst nach der Abscheidung an der Luft. Auch das in der *exspirirten Luft* gefundene Ammoniak ist wohl nicht direct aus dem Blute ausgeschieden. Nur im *Magensafte* sind geringe Mengen Salmiak mit Genauigkeit nachgewiesen worden; in manchen schweren Krankheiten treten jedoch Ammoniaksalze, namentlich kohlensaures Ammoniak, im Magensafte, Blute und besonders im Harne auf. **Ammoniaksalze.**

Rhodannatrium ist bis jetzt nur im Speichel und zwar in höchst geringen Mengen, obwohl ziemlich constant, gefunden worden. Sein Ursprung wie sein etwaiger Nutzen sind noch unbekannt. **Rhodannatrium.**

PHLEGMATOCHEMIE.

Lehre von den thierischen Säften.

Von der Behandlungsweise dieses Theils der physiologischen Chemie ist bereits in der allgemeinen Einleitung zu derselben (S. 3—5) die Rede gewesen. Es ist daher hier nur daran zu erinnern, dass die Erfordernisse einer gedeihlichen Untersuchung der thierischen Flüssigkeiten und ihres physiologischen Werthes weder an Zahl noch an Wichtigkeit gering sind. Bei der Schwierigkeit, allen jenen Erfordernissen nachzukommen, finden wir in unsrer Kenntniss der Säftelehre fast noch bedeutendere Lücken, als in der Kenntniss der reinen Zoochemie. Wie schwer hält es z. B. nicht, sich von gewissen thierischen Säften das zur Untersuchung nöthige, reine Material zu verschaffen? Von manchem, z. B. dem Dickdarmsafte, ist dies noch ganz unmöglich gewesen.

Erfordernisse zur Bearbeitung dieses Theils der physiologischen Chemie.

Die Analyse selbst hat aber hier mit grössern Hindernissen zu kämpfen, als sonst irgendwo; die meist in grosser Menge in thierischen Säften enthaltenen Proteïnkörper sind chemisch noch zu wenig gekannt und erforscht, als dass sie bei der Analyse immer scharf geschieden und unterschieden werden könnten. Andre oft für die physiologische Erkenntniss des Werths eines thierischen Saftes höchst wichtige Stoffe sind gewöhnlich in viel zu geringer Menge in dem erlangbaren Material enthalten, als dass sie einer exacten, chemischen Untersuchung zugänglich wären. Der misslichen Unter-

Schwierigkeiten der chemischen Analyse.

suchung der Aschenbestandtheile haben wir schon früher (S. 85) Erwähnung gethan. Zu dem allen kommt oft noch, dass in dem Safte eine Menge suspendirter, morphotischer Theile enthalten sind, die sich mechanisch gar nicht abscheiden lassen, so dass schon deshalb ein reines Object nicht zu gewinnen ist. Die quantitativen Analysen thierischer Flüssigkeiten erlangen daher nur durch Anwendung verschiedener *controlirender Methoden* einen immerhin relativen Grad von Sicherheit.

Grundlagen des mechanischen und chemischen Stoffwechsels im lebenden Körper.

Nun versteht es sich aber fast von selbst, dass, wenn die Analyse der thierischen Säfte noch dermaassen im Argen liegt, man auch über die physiologische Function, über Entstehung, Verwendung und Untergang eines thierischen Saftes nur schwierig zu einigermaassen sichern Anschauungen gelangen kann. Erreichen wir auch durch gewisse Maassermittlungen der quantitativ bestimmbaren Bestandtheile und der Gesammtsummen derselben gewisse Standpunkte, welche die aufzustellenden Hypothesen wenigstens einigermaassen beschränken, und verschaffen uns so gewisse Werthe für die Beurtheilung des mechanischen Stoffwechsels im thierischen Organismus: so fehlt uns doch immer die Grundlage zur Erkenntniss des weit wichtigern chemischen Stoffwechsels, ohne welchen die Lehre von den chemischen Processen im lebenden Thierkörper stets nur ein Gewebe von logisch mehr oder minder berechtigten Hypothesen bleiben wird.

Blut.

Blut nennen wir bekanntlich jene Flüssigkeit, welche durch den Körper der höhern Thiere in mehr oder minder elastischen Röhren strömt und durch besondere Organe in Bewegung gesetzt wird.

Physikalische Eigenschaften.

Die physikalischen Eigenschaften des Bluts sind: es ist tropfbarflüssig, erheblich schwerer als Wasser (durch-

schnittlich 1,055 spec. Gewicht), meist von hellkirschrother Farbe (das Arterienblut jedoch immer weit lichter roth, das der Venen viel dunkler); sehr wenig durchscheinend; sobald es aus dem Kreislaufe des thierischen Körpers getreten ist, wird es zähflüssiger, gallertartig (es gerinnt) und scheidet sich endlich in eine feste, dichte, meist dunkelrothe Masse (*Blutkuchen*) und eine ziemlich klare, schwachgelbliche Flüssigkeit (*Blutserum*).

Das specifische Gewicht des Menschenblutes schwankt unter physiologischen Verhältnissen zwischen 1,045 und 1,075; bei Frauen ist es geringer als bei Männern, bei Kindern geringer als bei Erwachsenen, bei schwangern Frauen noch geringer als bei nicht schwangern. Specifisches Gewicht.

Die Wärmecapacität des Bluts steht im geraden Verhältniss zu seiner Dichtigkeit. Wärmecapacität.

Die Gerinnung des Bluts geschieht in 3 Perioden: 2 bis 5 Minuten nach seiner Entleerung wird es von der Oberfläche her zähflüssig und fast gallertartig; nach 7 bis 14 Minuten ist es zu einer consistenten Gallert geworden; nach Verlauf dieser Zeit erscheint an der Oberfläche eine Lage dünner, farbloser oder blassgelblicher Flüssigkeit, welche in demselben Grade an Menge zunimmt, als die rothe gallertartige, immer dichter werdende Masse an Volumen abnimmt; nach 12 bis 40 Stunden pflegt der Blutkuchen sich nicht mehr zu contrahiren und kein Serum mehr ausgepresst zu werden. Der vollständig contrahirte Blutkuchen hat meist die Form des Gefässes, in dem das Blut gerann, in verjüngtem Maassstabe. Der untre Theil des Blutkuchens ist dunkler, der obere heller roth gefärbt, als das ursprüngliche Blut. Das Blut der Männer gerinnt langsamer als das der Frauen; der Blutkuchen jenes pflegt sich auch stärker zu contrahiren. Arterielles Blut gerinnt schneller, als venöses. Reichlicher Zutritt atmosphaerischer Luft beschleunigt das Gerinnen. Beim Schütteln, Rühren, Quirlen (oder sog. Schlagen) frischentleerten Bluts bildet sich nicht ein einziges consistentes Coagulum, sondern mehr oder weniger kleine rothe Flocken und Klumpen. Gerinnung.

Morphotische Bestandtheile.

Bei der mikroskopischen Betrachtung des Bluts erkennt man, dass es ausser einer gelöste Stoffe enthaltenden Flüssigkeit auch morphotische, d. h. feste, ungelöste, eigenthümlich geformte Materien enthält, dass die ***Blutflüssigkeit*** (***Intercellularflüssigkeit, Plasma***) farblos ist, die grosse Mehrzahl der suspendirten Molecüle aber gefärbt ist.

Rothe Blutkörperchen.

Die gefärbten Molecüle (*rothe* ***Blutkörperchen***), welche bei weitem überwiegend sind über die ungefärbten morphotischen Elemente des Bluts, bilden beim Menschen dicke, kreisrunde, schwach biconcave Scheiben, welche aus einer farblosen Umhüllungsmembran und einem roth oder im durchfallenden Lichte gelbgefärbten, zähflüssigen Inhalte bestehen (*F.* T. 9, F. 1); im einzelnen erkennt man zuweilen noch ein oder mehrere amorphe Körnchen.

Die Blutkörperchen der meisten Säugethiere bilden ebenfalls runde Scheiben, ausser denen des Kameels, Dromedars und Lama's, welche elliptisch und biconvex sind. Die Vögel haben länglich ovale, in der Mitte erhabene, am Rande scharf zugehende Blutkörperchen; die der Amphibien sind oval und stark convex.

Die menschlichen Blutkörperchen haben durchschnittlich einen Diameter von $^1/_{300}$ Par. L.; die des Embryo sind etwas grösser als die des athmenden Thiers; die der meisten Säugethiere sind etwas kleiner als die des Menschen; die der Amphibien aber bei weitem grösser (bis $^1/_{72}'''$).

Farblose Blutkörperchen.

Neben den rothen Blutkörperchen findet man in jedem Blute sog. *farblose* (*Lymphkörperchen*), welche mehr kuglich, viel grösser ($^1/_{200}'''$) und auf der Oberfläche granulirt sind; sie enthalten entweder einen rundlichen, ovalen oder nierenförmigen Kern oder mehrere derselben; sie sind leichter als die rothen Körperchen, bleiben daher zum Theil im Serum suspendirt oder sind meistens im obern Theil des Blutkuchens angesammelt. Auf 400 rothe Blutkörperchen findet man im normalen Blute ungefähr ein farbloses.

Ausser genannten Körperchen findet man im normalen Blute mikroskopisch keine andern Materien, als einzelne ***Fetttröpfchen*** und dann und wann eine *Epithelialzelle*.

Die **Blutflüssigkeit** enthält neben andern Stoffen jene Materie, durch welche die Gerinnung des Blutes bedingt wird, den *Faserstoff* (Fibrin) (*F.* T. 9, F. 2). Der Blutkuchen besteht aus dem geronnenen Faserstoff, welcher bei seiner Ausscheidung die Blutkörperchen und andern oben erwähnten morphotischen Materien eingeschlossen hat; von Serum ist er noch stark durchfeuchtet. Blutflüssigkeit.

Das **Serum**, welches durch die Contraction des Blutkuchens allmählig ausgepresst wird, hat dieselbe Zusammensetzung, man mag den ersten oder den letzten Tropfen ausgepresster Flüssigkeit untersuchen: sein specifisches Gewicht schwankt nur wenig um 1,028. Serum.

Es versteht sich eigentlich von selbst, dass die Blutkörperchen und ihr zähflüssiger Inhalt eine andere Zusammensetzung haben müssen, als die Intercellularflüssigkeit oder das Serum: allein man sollte wegen der leichten Diffusion gewisser Blutbestandtheile erwarten, dass diese wenigstens ziemlich gleichförmig im Blutkörpercheninhalt und Serum vertheilt seien; dies ist jedoch nicht der Fall. Zur leichtern Uebersicht über diese Verhältnisse stellen wir die nach den bisher besten Analysen ermittelte Zusammensetzung beider neben einander: Verschiedenheit in der chemischen Zusammensetzung der Körperchen und der Flüssigkeit des Blutes.

1000 Th. Blutkörperchen enthalten		1000 Th. Blutflüssigkeit enthalten	
Wasser	688,00	. . . .	902,90
Feste Bestandtheile	312,00	. . . .	97,10
Spec. Gewicht .	1,0885	. . . .	1,028
Haematin	16,75	Fibrin	4,05
Haematokrystallin .	241,07	Abumin	78,84
Zellenmembranen .	41,415		
Fett	2,31	. . . .	1,72
Extractivstoffe . .	2,60	. . . .	3,94
Mineralstoffe (ohne Eisen)	8,12	. . . .	8,55
Chlor	1,686	. . . .	3,644
Schwefelsäure . . .	0,066	. . . .	0,115
Phosphorsäure . .	1,134	. . . .	0,191
Kalium	3,328	. . . .	0,323

1000 Th. Blutkörperchen enthalten		1000 Th. Blutflüssigkeit enthalten
Natrium	1,052	 3,341
Sauerstoff	0,667	 0,403
Phosphorsauren Kalk	0,114	 0,311
Phosphorsaure Talkerde	0,073	 0,222

Physikalische Eigenschaften der rothen Blutkörperchen.

Die physikalischen Eigenschaften der Blutkörperchen sind nicht ohne Einfluss auf gewisse Veränderungen, welche das Gesammtblut unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen erleidet. Man muss sich bei Beurtheilung dieser Veränderungen immer daran erinnern, dass die Blutkörperchen Blasen sind, niemals ganz gespannt erfüllt von jener zähen, rothen Flüssigkeit, und dass namentlich im kreisenden Blute zwischen der Intercellularflüssigkeit und letztgenänntem rothen Safte fortwährend endosmotische Strömungen stattfinden, welche die Blasen bald mehr sich expandiren, bald mehr collabiren lassen, und dass demzufolge auch das specifische Gewicht dieser Blasen verschieden sein wird, je nachdem mehr oder weniger wässrige Flüssigkeit aus dem Plasma in dieselben übergegangen ist. Der letzterwähnte Umstand, d. h. die Verschiedenheit des specifischen Gewichts, ist ein wesentlicher Grund des verschiedenen Senkungsvermögens der rothen Blutkörperchen. In verschiedenem Blute zeigen nämlich die farbigen Molecüle desselben eine sehr verschiedene Geneigtheit, sich zu senken, d. h. unter das Niveau der Flüssigkeit so herabzusinken, dass sich von der Oberfläche abwärts eine schmalere oder breitere Schicht farbloser, blutkörperchenfreier Flüssigkeit bildet.

Senkungsvermögen, abhängig theils vom specifischen Gewichte,

Das specifische Gewicht der Blutkörperchen wird erstens zunehmen, wenn ihnen relativ mehr Wasser entzogen wird, als der Intercellularflüssigkeit, und abnehmen, wenn durch Verdünnung der letztern viel Wasser in sie übergeführt wird. Die Wasserentziehung kann entweder durch Verdunstung geschehen oder durch Zusatz geringer Mengen von neutralen Alkalisalzen, Zucker oder Gummi. Die Blutkörperchen können ferner specifisch schwerer werden, wenn ihnen Salze und Proteïnstoffe (Haematokrystallin) entzogen werden; dies

geschieht z. B. im kreisenden Blute nach wiederholten Aderlässen; das Haematin bleibt in den Körperchen in relativ grösserer Menge zurück und deshalb muss ihr specifisches Gewicht (da das Haematin so eisenreich ist) zunehmen.

Specifisch leichter sind die Blutkörperchen, wenn sie verhältnissmässig viel Fett (in Form feiner Körnchen) enthalten, oder wenn sie bei künstlicher Verdünnung des Blutes mit Wasser sich durch letzteres sehr aufblähen.

theils von der Fähigkeit der Körperchen zusammenzukleben und sich rollenförmig aufzureihen.

Hängt aber das Senkungsvermögen der Blutkörperchen hauptsächlich von der Eigenschwere derselben ab, so wird jenes noch durch eine andre physikalische Erscheinung, die wir an ihnen wahrnehmen, wesentlich befördert; dies ist nämlich die Eigenschaft derselben, an ihren flachen Seiten zusammenzukleben und so münzpaketförmige Rollen zu bilden.

In frischem Blute findet man die Blutkörperchen niemals rollenförmig; meist geschieht das rollenförmige Aufreihen erst unter dem Mikroskop in Folge partieller Wasserverdunstung (*F.* T. 9, F. 1 u. 2).

Man leitete früher das grössere Senkungsvermögen der Blutkörperchen einzig und allein von dieser Eigenschaft derselben zusammenzukleben her; allein da sie auf Zusatz von Zucker- oder Gummilösung, ohne zusammenzukleben, sich leichter senken, so kann wenigstens diese Eigenschaft allein nicht das Senkungsvermögen bedingen. Jene Fähigkeit der rothen Körperchen, zusammenzukleben, leitete man früher von einer grössern Klebrigkeit der Intercellularflüssigkeit her, bedingt durch grössern Fibrin- oder Albumingehalt der letztern: allein abgesehen davon, dass die Körperchen oft ein sehr grosses Senkungsvermögen besitzen, wenn das Fibrin künstlich entfernt ist oder die Intercellularflüssigkeit (wie im entzündlichen Blute) relativ wenig Eiweiss enthält, so ist auch diese Ansicht physikalisch unrichtig; denn gerade wenn die Flüssigkeit klebrig ist, werden sich darin suspendirte Theile weniger leicht zusammenhäufen; ist Klebrigkeit der Grund des Aufrollens der Körperchen, so kann sie nur in der Hülle der letztern liegen. Kohlensäure, welche die rothen Blutzellen zum rollenförmigen Aufreihen disponirt, scheint wenigstens

die Hüllen der Körperchen aufzulockern und somit klebriger zu machen. Oft mag übrigens das rollenförmige Aufreihen der Blutkörperchen erst die Folge des vermehrten Senkungsvermögens sein. Man muss es nämlich als eine physikalische Nothwendigkeit betrachten, dass, wenn die Körperchen sich senken, d. h. also wenn sie sich im untern Theile der Flüssigkeit anhäufen und so einander nähern, sie mit ihren flachen Seiten an einander haften müssen.

Verschiedenheit des Senkungsvermögens in verschiedenem Blute.

Folgende Thatsachen können zum Beweise der hier gegebenen Erklärung des Senkungsvermögens der Blutkörperchen dienen und dürften zugleich darin ihre Deutung finden: Die Blutkörperchen des Pferdebluts zeichnen sich vor denen aller andern Thiere durch ihr grosses Senkungsvermögen aus; bei folgenden Thieren nimmt dieses Vermögen in folgender Reihe ab: Pferd, Katze, Hund, Kaninchen, Ziege, Schaaf, Rind, Vögel, Schwein. Das Serum des Pferdebluts ist zwar sehr klebrig, allein die Körperchen desselben senken sich ebenso schnell auch im Blutserum andrer Thiere, und die Blutkörperchen andrer Thiere nicht schneller im Serum des Pferdebluts. Die Pferdeblutkörperchen sind arm an Fett im Verhältniss zu denen anderer Thiere. Die Blutkörperchen entzündlichen Blutes senken sich schneller, als die gesunden Bluts; das entzündliche Blut ist reicher an Kohlensäure und ein wenig ärmer an Albumin, als gesundes Blut; im defibrinirten Entzündungsblute senken sich die Körperchen ebenso schnell, als im nichtdefibrinirten; das Entzündungsblut ist aber sehr fibrinreich.

Verschiedene Färbung des Bluts,

abhängig theils von der Gestalt der Blutkörperchen,

Der Grad der Färbung, welche das Gesammtblut zeigt, hängt zum grossen Theil von der *Gestalt der Blutkörperchen* ab, hat also in physikalischen Verhältnissen seinen Grund. Man leitet die lichtere Farbe des Bluts von der concaven Hohlspiegeln gleichenden Form der contrahirten Blutkörperchen ab, während man annimmt, dass die endosmotisch aufgeblähten Körperchen, convexen Hohlspiegeln gleich, das Licht mehr zerstreuen und so die Farbe des Gesammtblutes dunkler erscheinen lassen. Hiermit stimmt überein, dass alle Stoffe, welche bewirken, dass den Blutkörperchen Wasser ent-

zogen wird und dadurch deren centrale Depression deutlicher hervortritt, z. B. alle neutralen Alkalisalze, Zuckerlösung und andre, die nicht zersetzend auf das Blut einwirken, das Blut hellroth bis lichtzinnoberroth färben (*F.* T. 9, F. 3), während durch Stoffe, wie Wasser (*F.* T. 9, F. 4), Aether und verdünnte organische Säuren, welche die Blutkörperchen aufquellen und fast sphaerisch machen, das Blut tief dunkelblauroth gefärbt wird (*F.* T. 9, F. 3 u. 4). Dass indessen diese Bildung von Hohlspiegelformen auf die Farbe des Bluts nur von untergeordneter Bedeutung sein kann, geht besonders daraus hervor, dass auch das Blut der Amphibien, welches biconvexe Blutkörperchen enthält, die nie concav werden können, durch neutrale Alkalisalze und concentrirte Zuckerlösungen hellroth gefärbt wird.

Solche Salze, durch welche das Blut der Säugethiere und Vögel, so wie das der Amphibien zinnoberroth gefärbt wird, sind folgende: schwefelsaures Kali und Natron, salpetersaures Kali und Natron, chlorsaures Kali, phosphorsaures Natron, einfach und doppelkohlensaures Natron, Kaliumeisencyanür, Borax, Iodkalium, Rhodankalium, Salmiak, schwefelsaure Talkerde u. dergl.

theils von der Dichte der Hüllenmembran,

Nicht ohne Einfluss auf die Färbung des Gesammtbluts muss auch die *Dichte* und *Faltung der Hüllenmembran* der Körperchen sein; sind die Blutkörperchen collabirt, so wird diese Membran dicker sein, sind sie expandirt, so wird sie sehr dünn sein und demnach den Farbstoff in seiner natürlichen Farbe, die sehr dunkelroth ist, durchscheinen lassen, so wie in einem dünnen Milchglase eine dunkelrothe Flüssigkeit noch dunkelroth, in einem dicken aber hellroth durchscheint. Deshalb machen auch alle Stoffe, welche die Hüllenmembran sprengen oder auflösen, das Blut dunkelroth, z. B. Essigsäure, Alkalien u. dergl.; der Blutfarbstoff löst sich mit natürlicher Farbe in der Intercellularflüssigkeit auf.

Besonders sichtlich ist die Verdichtung, Faltung und Runzelung der Hüllenmembran an den Blutzellen der Amphibien; man sieht nämlich in dem durch obenerwähnte Salze hellroth gefärbten Blute dieser Thiere unter dem Mikroskop

die Blutkörperchen so contrahirt, dass sie zerknitterten elliptischen Blättchen oder gefalteten und betüpfelten Läppchen gleichen.

Nach einigen Beobachtern scheint Sauerstoff die Blutkörperchen zu contrahiren, Kohlensäure zu expandiren; diese leiten daher die lichtre Farbe des arteriellen und die dunklere des venösen Blutes von diesen Verhältnissen ab.

theils von eingemengten stark das Licht brechenden oder reflectirenden Molecülen,

Farblose, das Licht mehr oder weniger stark reflectirende feste Stoffe, die zwischen die Blutkörperchen vertheilt sind, machen das Gesammtblut ebenfalls heller roth. Daher erscheint das fettreiche Blut von Säufern oder nach reichlichem Fettgenusse, das lymphkörperchenreiche Blut bei Leuchaemie heller roth, so wie wenn man Milch, Oelemulsion oder Gypspulver zu Blut gesetzt hat.

Die tiefdunkelrothe Lösung von Haematokrystallin wird hellroth, sobald sich aus derselben Krystalle abscheiden.

Oft begegnet man bei der mikroskopischen Untersuchung des Bluts einer Form der Körperchen, welche in Folge stärkerer Verdunstung oder auf künstlichen Zusatz von neutralen Alkalisalzen entstanden ist; die Körperchen erscheinen nämlich mehr isolirt, plattgedrückt, zackig, gekerbt, sternförmig oder überhaupt verzerrt. In frischem Blute, auch wenn es von Kranken entlehnt ist, findet man solche Formen niemals. Gute Mikroskope lassen die mannigfache Faltung der Hüllenmembran als Ursache dieser Formen deutlich erkennen.

theils von chemischen Verhältnissen.

Man würde irren, wenn man die verschiedene Färbung des Bluts einzig und allein von verschiedenen mechanischen Verhältnissen ableiten wollte: es ist vielmehr erweislich, dass auch chemische Verhältnisse, namentlich Sauerstoff und Kohlensäure, umändernd auf die Farbennuance des eigentlichen Blutpigments einwirken. Man hat nun allerdings noch nicht speciell Verbindungen des Blutpigments mit Sauerstoff oder mit Kohlensäure nachweisen können: allein aus folgenden Thatsachen dürfte erhellen, dass solche Verbindungen existiren müssen.

Arterielles oder mit Sauerstoff impraegnirtes Blut erscheint in dünnen Schichten schön scharlachroth, hellgelbroth bis

isabellfarben, venöses oder mit Kohlensäure, Wasserstoff oder Stickstoff impraegnirtes dagegen in dünnen Schichten purpurfarben, in den dünnsten grün; das letztre ist also *dichroitisch*, das erstre nicht. Da das künstlich dargestellte Haematin je nach Zusatz von Säuren oder Alkalien bald monochroitisch bald dichroitisch ist, so dürfte wohl auch bei Einwirkung von Sauerstoff oder Kohlensäure die Differenz in der Färbung nicht von rein mechanischen Verhältnissen abzuleiten sein. Dichroismus venösen Bluts.

So stark gewässertes Blut, dass in ihm durch das Mikroskop keine rothen Blutkörperchen mehr zu erkennen sind, wird durch Sauerstoffgas immer etwas lichter, durch Kohlensäuregas dunkler gefärbt. Die dunkelrothe Lösung reinen Haematokrystallins wird durch Sauerstoff ebenfalls etwas lichter, durch Kohlensäure aber noch dunkler roth. Dass diese Gase sich auch mit andern Proteïnkörpern chemisch verbinden, geht z. B. daraus hervor, dass eine Lösung von Krystalllinsenglobulin durch Kohlensäure vollständig praecipitirt, durch zugeleiteten Sauerstoff aber das Praecipitat wieder aufgelöst wird: dagegen zeigt das mit Essigsäure und Alkalisalzen behandelte, metamere Haematokrystallin das umgekehrte Verhalten: dieses wird nämlich aus seiner Lösung durch Sauerstoff gefällt, durch Kohlensäure aber wieder aufgelöst. Uebrigens werden wir weiter unten sehen, dass eine chemische Absorption des Sauerstoffs, die sich auf den Blutkörpercheninhalt allein bezieht, sich als physikalische Nothwendigkeit herausstellt.

Dass von Seiten verdünnter Säuren auch auf die Hüllenmembran der Blutkörperchen eine chemische Einwirkung ausgeübt wird, bedarf nach dem Obigen kaum der Erwähnung, aber auch jene Salze, welche anfangs Contraction der Blutzellen hervorbringen und dadurch lichtere Färbung des Bluts bedingen, wirken allmählig zersetzend auf die Hüllen ein, so dass die Blutkörperchen nicht blos in ihrer Form verändert, sondern auch in kürzerer oder längerer Zeit völlig zerstört werden, wobei dann natürlich auch die anfangs hellrothe Farbe des Bluts in eine tief dunkelrothe übergeht. Schwefelsaure und salpetersaure Alkalien erhalten die hellzinnoberrothe Farbe

des Bluts ziemlich lange; bei kohlensauren Alkalien und Salmiak dagegen geht dieselbe sehr bald in eine dunkelrothe über.

Blutkörperchen nicht filtrirbar.

Eine eigenthümliche physikalische Eigenschaft der Blutkörperchen ist noch die, dass sie beim Filtriren des Bluts durch Papier zum grossen Theil mit durchs Filter gehen; eine Eigenschaft, die sie jedoch verlieren, wenn dem Blute concentrirte Lösungen von Salzen, namentlich schwefelsaurem Natron oder salpetersaurem Kali, zugesetzt werden. Indessen ballen sich auch nach Zusatz solcher Salze die Blutkörperchen auf dem Filter bald zusammen, werden dunkelroth und gehen dann mit durch das Filter.

Leitet man Sauerstoff in die auf dem Filter befindliche Flüssigkeit, so dauert es etwas länger, ehe Blutkörperchen das Filter mit durchdringen.

Die chemischen Bestandtheile der Blutkörperchen und die Proportionen, in welchen sie gemengt sind, wurden bereits oben (S. 101) namhaft gemacht.

Hüllenmembran der rothen Blutkörperchen.

Die Hüllenmembran, welche früher irrthümlicher Weise für Fibrin oder Proteïndeutoxyd gehalten wurde, bildet in reinem Zustande noch feucht eine weissgrauliche, klebrige Masse, welche in Essigsäure und verdünnten Alkalien gallertartig aufquillt, in Salpeterwasser selbst nach längerer Digestion bei 37⁰ sich nicht auflöst, keinen Schwefel enthält und gegen Salpetersäure und Salzsäure sich ähnlich einem Proteïnkörper verhält.

Setzt man zu frischem Blute Essigsäure oder verdünnte ätzende Alkalien, so wird es fast dunkelroth, schleimig fadenziehend oder gallertartig; unter dem Mikroskop erkennt man keine Körperchen mehr; hier sind die Hüllen nicht aufgelöst, sondern bedingen durch ihr Aufgequollensein die schleimige Beschaffenheit des Bluts. Durch Zusatz von Salzlösungen oder Iod können die Hüllen wieder sichtbar gemacht werden; die Blutkörperchen selbst sind aber zerstört.

Man bereitet sich die Substanz der Hüllenmembranen am besten, wenn man das aus der Blutkuchenflüssigkeit bereitete Haematokrystallin, welches viel Hüllenmembranen in seinen

Krystallen eingeschlossen enthält, zuerst mit spiritushaltigem Wasser schlämmt, bis salpetersaures Silberoxyd keine Reaction mehr giebt, und dann mit destillirtem Wasser behandelt; das Haematokrystallin löst sich dann auf und die Membransubstanz bleibt zurück; durch Alkohol und Aether muss sie dann noch von Fett befreit werden.

Verschiedene Constitution der Hüllenmembran.

Dass diese Substanz der Hüllenmembranen nicht stets gleiche Constitution hat, geht aus folgenden zwei Thatsachen hervor: erstens wirkt in jedem Blute Zusatz von viel Wasser oder Aether oder Essigsäure sehr ungleich auf die Blutkörperchen ein, so dass einige schon bei Zusatz von wenig Wasser verschwinden, andre aber selbst nach Zufügung von viel Wasser noch unverändert bleiben. Die Blutkörperchen des Lebervenenblutes ferner zeichnen sich dadurch vor denen aller andern Gefässe aus, dass sie durch Wasserzusatz nie ganz zum Verschwinden zu bringen sind, sondern ein erhebliches Sediment im gewässerten Blute bilden.

Verhältniss der Blutkörperchen zur Blutflüssigkeit.

Wegen Mangelhaftigkeit der quantitativen Bestimmungsmethoden ist das normale **Verhältniss zwischen feuchten Blutzellen und Intercellularflüssigkeit** noch nicht genau ermittelt; doch dürften sich im Blute Erwachsener durchschnittlich 51,2% (schwankend zwischen 47,2 u. 54,2) feuchter Blutzellen vorfinden; ärmer an solchen ist das Blut der Frauen, namentlich schwangerer; nach wiederholten Blut- und andern Säfteverlusten wird das Blut noch ärmer an farbigen Zellen. Unter den Thieren ist das Blut der Schweine am reichsten an Körperchen, verhältnissmässig wenig enthält das Blut der Amphibien.

In neuester Zeit hat man Zählungen der Blutkörperchen versucht und in einem Cubikmillimeter gesunden Menschenbluts bald 4600000, bald 5055000 Stück Körperchen gefunden.

Früher bestimmte man sog. trockne Blutkörperchen (siehe unter Analyse des Bluts) und fand durchschnittlich im gesunden Blute an solchen 13%.

Chemische Bestandtheile der Blutkörperchen.

Als **Hauptbestandtheile** des zähflüssigen Inhalts der **Blutkörperchen** nahm man früher Haematin und Globulin an; dieses Globulin hielt man für identisch mit der eiweiss-

artigen Materie der Krystalllinse des Auges; dies ist jedoch nicht der Fall; denn, um nur einen Unterschied anzuführen, das Krystalllinsenglobulin wird aus seiner wässrigen Lösung durch einen Kohlensäurestrom vollständig gefällt, die Lösung des Blutzelleninhalts jedoch nicht. Jenes Globulin ist nicht krystallisirbar, wogegen der in den Blutzellen enthaltene Proteïnkörper sich vor allen ähnlichen Stoffen durch seine Krystallisirbarkeit auszeichnet. Diese Materie bildet sich aber eigentlich erst aus der Proteïnsubstanz der Blutkörperchen, nachdem Sauerstoff, Kohlensäure und Licht darauf einwirkten. Bemerkenswerth ist, dass diese Substanz im Blute verschiedener Thiere bei übrigens grosser Aehnlichkeit, doch verschiedene Krystallform und verschiedene Löslichkeit zeigt; wir kennen bis jetzt prismatisches, tetraëdrisches, rhomboëdrisches und hexagonales Haematokrystallin (*F.* T. 10, F. 1 bis 6). In den feuchten Blutkörperchen sind ungefähr 18 bis 26% trocknen Haematokrystallins enthalten, im Gesammtblute 9 bis 12%.

Haematokrystallin.

Haematin.

Jene unlösliche, eisenreiche Substanz, welche in der organischen Chemie als Haematin beschrieben wird, findet sich nicht als solche im Blute, sondern ist ein Umwandlungsproduct des eigentlichen Blutpigments. Im Blute ist es in löslicher Form enthalten und lässt sich auf keine Weise von dem Haematokrystallin vollständig trennen und im löslichen Zustande rein darstellen. Darf man annehmen, dass das lösliche dem Haematokrystallin anhaftende Blutpigment gleich dem künstlich dargestellten Haematin 6,93% Eisen enthält, so lässt sich berechnen, dass die Blutkörperchen des erwachsenen Mannes ungefähr 16 bis 17% davon enthalten müssen.

Einigen Beobachtungen nach gewinnt es den Anschein, als ob in allen den Zuständen, welche von einem reichlichen Wassergehalte des Bluts begleitet sind, das Haematin in relativ grössrer Menge sich in dem Blutkörperchen vorfinde.

Fette.

Ein nicht unerheblicher Theil der Fette des Bluts ist in den Blutkörperchen enthalten; ihre Menge beträgt in den feuchten Blutkörperchen 0,2 bis 3%; sie bestehen aus Margarin, Elaïn, margarin- und elaïnsaurem Kali, Cholesterin und glycerinphosphorsaurem Kali.

Einigen Bestimmungen nach finden sich in den Zellen venösen Blutes mehr Fette, als in denen des arteriellen.

Dass ausser den genannten organischen Stoffen auch noch andre, nicht näher bestimmte, sogenannte Extractivstoffe, in den Blutkörperchen vorkommen, lehren die genauesten quantitativen Analysen. Extractivstoffe.

Rücksichtlich der Mineralbestandtheile der Blutkörperchen zeigt das obige (S. 101) aus den besten Analysen entlehnte Schema der Zusammensetzung des Bluts, dass in den Blutkörperchen die *Phosphate* und *Kaliverbindungen* gegenüber den Chlor- und Natriumverbindungen sehr überwiegend sind. Mineralstoffe. Salze.

Die Blutkörperchen des arteriellen Blutes sind constant reicher an Salzen als die des venösen, besonders reich daran sind die des Lebervenenbluts.

Das *Eisen* der Blutkörperchenasche gehört nur dem Haematin an. Eisen.

In den Blutkörperchen sind endlich vorzugsweise auch die Gase des Bluts enthalten; man ersieht dies zunächst daraus, dass geschlagenes Blut, welches also fast alle seine Blutkörperchen noch besitzt, ein sehr bedeutendes Absorptionsvermögen für Gase besitzt, während das Serum kaum mehr davon absorbirt als Wasser. Die betreffenden Gase sind Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff; geschlagenes Blut ist im Stande, sein $1\frac{1}{2}$faches Volumen Kohlensäure zu absorbiren, dagegen nur ungefähr 15 Volumenprocente Sauerstoff; Stickstoff scheint vom Blute nicht mehr absorbirt zu werden, als vom Wasser. Die Verbindung dieser Gase mit dem Blute ist ziemlich locker, da z. B. schon im Vacuo der grösste Theil derselben dem Blute wieder entzogen werden kann; überdies wird eine Gasart durch die andere aus dem Blute wieder zum grossen Theil ausgetrieben. An Stickstoff finden sich im arteriellen und venösen Blute ziemlich gleiche Mengen, im arteriellen Blute ist nur relativ mehr Sauerstoff als im venösen enthalten; denn in beiden Blutarten sind überhaupt erhebliche Mengen durch das Vacuum extrahirbarer Gase enthalten. Gase.

Mengenverhältnisse der Gase im Blute.

Einigen wenigen Versuchen zufolge hat man gefunde dass im arteriellen Blute der Sauerstoff zur Kohlensäure si = 6 : 16, im venösen aber = 4 : 16 verhält. Im Blute (Kälber, Rinder und Pferde wurden 10 bis 12,5 Volumproce Sauerstoff und 1,7 bis 3,3 Volpr. Stickstoff gefunden; v andrer Seite fand man im arteriellen Blute 66 Volpr. Kohl säure, im venösen 78%.

Art des Gebundenseins der Gase.

Dass jene Gase im Blute und speciell in den Blutkörp chen in einer chemischen, wenn auch ziemlich lockern, V bindung enthalten sind, unterliegt jetzt keinem Zweifel me Wäre z. B. der Sauerstoff nur mechanisch absorbirt, so wü das Blut, d. h. das Wasser desselben, nur 0,925 Volpr. da aufnehmen können, während wir, wie erwähnt, 10 bis 1 davon im Blute finden. Die Menge der aufgenommenen G müsste auch hier, wie beim Wasser und andern Flüssigkeit proportional dem Drucke sein, unter dem sie stehen; aber a dieses ist nicht der Fall. Wir haben endlich in der Hau substanz der Blutkörperchen, dem Haematokrystallin, ei organischen Stoff kennen gelernt, der ein besonderes An hungsvermögen für jene Gase besitzt und in dem auch ein das andere verdrängen kann.

Solche lockre Verbindungen sind in der Chemie nicht erhört; kohlensaures wie phosphorsaures Natron absorbirt hebliche Menge Kohlensäure (doppeltkohlensaures Natron dend); die gebundene Kohlensäure kann aber ebensow durch andre Gase, wie Sauerstoff u. dergl. als durch stark minderten Luftdruck wieder ausgetrieben worden; eine Eig schaft, die das Krystalllinsenglobulin, wie wir oben (S. u. 110) sahen, mit diesen Salzen theilt.

Dass andre Gase auch feste, chemische Verbindun mit einzelnen Blutbestandtheilen und insbesondre mit (Inhalte der Blutkörperchen eingehen, welche nicht du andre indifferente Gase so leicht gelöst werden können, steht sich eigentlich von selbst: allein auch solche Gase denen man sonst nicht sehr lebhafte Verwandtschaftsäusser gen wahrnimmt, verbinden sich so fest mit Bestandtheilen Blutkörperchen, z. B. Kohlenoxyd und mehrere Kohlen

serstoffe, dass auf keine Weise die frühere Beschaffenheit des Bluts hergestellt werden kann. Diese Gase färben das Blut fast schwarz, wirken zerstörend auf die Blutkörperchen und zersetzend auf das Haematokrystallin; wenigstens verliert eine reine Lösung des letztern durch jene Gase nicht blos die Krystallisirbarkeit, sondern auch viele andre ihrer Eigenschaften.

Faserstoffschollen.

Im geschlagenen Blute hat man auch noch gewisse morphotische Elemente gefunden, die man Faserstoffschollen genannt hat. Diese bestehen aber nicht aus Fibrin, sondern zeigen chemisch mehr Aehnlichkeit mit der Hornsubstanz; sie sind meistens Epithelialzellen, theils von der innern Blutgefässhaut herrührend, theils wohl von Aussen, d. h. von der Oberhaut des Beobachters ins Blut gelangte Epithelialreste. Auch hat man die zusammengehäuften Hüllenreste zerstörter Blutkörperchen zuweilen dafür angesehen.

Farblose Blutkörperchen.

Da die chemische Constitution der morphotischen Bestandtheile der farblosen Blutkörperchen (*F.* T. 8, F. 6), soweit sie bekannt, völlig mit der der Schleimkörperchen und Eiterkörperchen zusammenfällt, so werden wir diese in der Histochemie unter den „cytoïden Körperchen" näher betrachten. Ihre Zahl im Blute ist selbst unter physiologischen Verhältnissen höchst verschieden. Sehr vermehrt findet man sie nach wiederholten, starken Blutverlusten; in grossen Mengen im Leber- und Milzvenenblute, so wie im Blute bei Leuchaemie und Pyaemie.

Bestandtheile der Blutflüssigkeit. Fibrin.

Unter den chemischen Bestandtheilen der Intercellularflüssigkeit tritt uns das Fibrin seiner spontanen Gerinnung halber am auffälligsten entgegen. Da die chemischen Eigenschaften des Blutfibrins aus der organischen Chemie bekannt sind, so beschäftigt uns hier vorzugsweise nur die Gerinnungsweise dieses Stoffs im frischentleerten Blute.

Gerinnungsweise desselben.

Mikroskopisch verfolgt man am besten die Gerinnungsform des Fibrins, wenn man aus Blut, dessen Körperchen sich vor dem Gallertartigwerden desselben etwas unter das Niveau der Flüssigkeit herabsenken, einen Tropfen der blutzellenfreien Flüssigkeit zwischen Objectträger und Deckplättchen bringt. Zunächst erkennt man hie und da im Sehfelde einzelne Mole-

cularkörnchen, von denen aus sehr bald äusserst feine, gerade Fäden entspringen, die zwar radienförmig von jedem Punkte ausgehen, aber nicht, wie bei Krystallen, regelmässig sternförmige Massen bilden; diese Fäden verlängern sich allmählig über mehrere Punkte hinweg und kreuzen sich vielfach, so dass sie endlich einem verfilzten Spinngewebnetz gleichen: später wird dieses Netz immer dichter, so dass man die darin eingebetteten farblosen Blutkörperchen kaum noch erkennt. Da das Fibrin, wenn man es namentlich aus eingetrockneten Blutstropfen untersucht, sich lamellenförmig zeigt, so sind manche Forscher der Ansicht, das Fibrin scheide sich bei der Gerinnung lamellenförmig aus und das fasrige Ansehn desselben rühre nur von einer Faltung jener Lamellen her.

Genau weiss man noch nicht, was eigentlich den Faserstoff im kreisenden Blute gelöst erhalte, und was ihn nach der Entleerung des Bluts zur Ausscheidung in fester Gestalt disponire; doch ist es wahrscheinlich, dass durch den Zutritt atmosphaerischer Luft, d. h. des Sauerstoffs derselben, in dem gelösten Fibrin eine solche Umwandlung vor sich gehe, dass es in der alkalischen Blutflüssigkeit unlöslich wird.

Die spontane Gerinnung des Fibrins im Blute wird verlangsamt durch Kohlensäurereichthum des Bluts, durch Zusatz verdünnter Lösungen von schwefelsauren, salpetersauren, salzsauren, kohlensauren und essigsauren Alkalien; durch concentrirte Lösungen derselben Salze wird die Gerinnung ganz aufgehoben.

Da das Fibrin bei seiner Gerinnung immer morphotische Elemente und namentlich farblose Blutkörperchen mit einschliesst, so ist es bis jetzt noch nicht gelungen, es chemisch rein darzustellen.

Gerinnung des Bluts.

In der Gerinnung des Blutes zeigen sich unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Zuständen mancherlei Modificationen; so ist zunächst die Dauer, innerhalb welcher die Gerinnung des Bluts eintritt oder vollendet ist, die Gerinnungszeit, ziemlich verschieden. Sehr mannigfache Umstände können darauf einwirken. *Starke Bewegung* des Bluts, durch Schütteln oder Umrühren hervorgebracht,

Gerinnungsdauer.

beschleunigt die Ausscheidung des Fibrins. Denselben Erfolg hat reichlicher Zutritt von *atmosphaerischer Luft oder Sauerstoff;* daher gerinnt das Blut in flachen Gefässen schneller als in engen, ferner schneller, wenn es langsam aus der Vene hervortröpfelt, als wenn es in einem Strahle, ohne sehr zu spritzen, ausfliesst. *Kohlensäure* verzögert das Gerinnen; daher gerinnt das Blut bei Cyanose und bei entzündlichen Processen sehr langsam. *Wässrigkeit des Bluts* verkürzt die Gerinnungsdauer, Zusatz grösserer Mengen Wasser verzögert sie. Daher gerinnt das wässrige Blut, wie wir es im Allgemeinen bei Frauen, hauptsächlich aber bei Anaemie finden, bei weitem langsamer, als das Blut von Männern oder gesunden Personen. In wieweit die *Salze,* deren oben bereits Erwähnung gethan, in krankhaftem Blute von Einfluss auf die Gerinnungsdauer sind, ist noch nicht genau ermittelt. Eine Thatsache ist endlich noch, dass Zusatz von *Eiweiss-, Caseïn- oder Zuckerlösungen* zum Blute dessen Gerinnung verzögern. Den Einfluss der *Temperatur* hat man noch nicht genauer erforscht; man weiss nur soviel, dass, wenn Blut vor oder während des Gerinnens gefriert, es nach dem Aufthauen so gerinnt, als ob es nicht gefroren gewesen wäre. Die *Menge des Faserstoffs* im Blute dürfte ohne Einfluss auf die Gerinnungszeit sein. Weshalb endlich das Blut im Leichname vom Blitze Erschlagener, Erhängter, durch Asphyxie oder narkotische Gifte Verstorbener nicht gerinnt, dagegen in der Pest und bei durch Vipernbiss Vergifteten sehr schnell, ist bis jetzt nicht erklärt.

Consistenz des Blutkuchens.

Auch die Consistenz des Blutkuchens ist sehr verschieden; diese ist nicht etwa in einer chemischen Verschiedenheit des Fibrins begründet, sondern hängt von einigen mechanischen Momenten ab, zunächst von dem *Mengenverhältnisse der Blutkörperchen zum Fibrin;* ist nämlich die Zahl der Blutkörperchen gering der Menge des Fibrins gegenüber, so zieht sich letztres dichter zusammen; sind die Blutkörperchen sehr überwiegend, so bildet sich eine weichere Placenta. Daher ist der untre Theil jedes Blutkuchens weicher, der obere consistenter, daher der Blutkuchen Chlorotischer klein und

fest, der Plethorischer dagegen weich und voluminös. Ferner bedingt *Wasserreichthum* des Bluts stets einen weichen, oft gallertartigen Blutkuchen, was durch künstlichen Zusatz von Wasser zum Blute ebensowohl als durch die Erfahrungen an hydraemischem Blute erwiesen ist. *Kohlensäure* und *Salze*, welche die Gerinnung verzögern, pflegen auch eine weichere Beschaffenheit des Blutkuchens zu bedingen; aus sauerstoffreichem, hellrothem Blute bildet sich ein dichtes, elastisches Coagulum, aus dem kohlensäurereichen Blute Cyanotischer und Asphyktischer ein sehr weiches, gallertartiges.

Form des Blutkuchens. Die Form des durch die Gerinnung gebildeten Blutkuchens ist zwar an sich von der Hohlform des Gefässes abhängig, in welchem dieser Process vor sich ging; allein es kommen noch einige andre Umstände hinzu, welche auf jene modificirend einwirken. Der Blutkuchen ist nämlich nach der Oberfläche hin sehr oft relativ mehr contrahirt, als nach der Mitte und dem untern Theile hin; er hat dann oft an der Oberfläche eine dünnere oder dickere Lage dichten Fibrins (die sog. *Entzündungscruste, Speckhaut*), mit welcher gewöhnlich eine Concavität der obern Fläche, eine schüsselförmige Vertiefung mit übergreifenden Rändern, verbunden ist. Ein entgegengesetzter Fall ist es, wenn neben dem Blutkuchen sich noch ein Sediment rother Blutkörperchen gebildet hat. Diese Erscheinungen sind abhängig von dem *Verhältnisse der Gerinnungsdauer des Fibrins zum Senkungsvermögen der Blutkörperchen*. Senken sich die Blutkörperchen bald unter das Niveau der Flüssigkeit, ehe das Fibrin sich auszuscheiden beginnt, so wird der obere Theil des geronnenen Fibrins keine rothen Blutkörperchen einschliessen (also weissgrau erscheinen) und sich stärker contrahiren, als der untere blutkörperchenhaltige Theil (daher die schüsselförmige Vertiefung mit übergreifenden Rändern). Haben dagegen bei schneller Gerinnung des Fibrins die Blutkörperchen nur geringes Senkungsvermögen, reihen diese sich nicht rollenförmig auf, so werden sie bei der Contraction des Fibrins zum Theil aus dem Kuchen ausgepresst und bilden dann das erwähnte rothe Sediment.

Speckhaut. Begünstigt wird die Bildung einer Speckhaut, wenn



die oben erwähnten Bedingungen übrigens vorhanden sind, noch durch einige Nebenumstände, so z. B. durch die *Form des Gefässes,* in welchem das Blut gerinnt; in einem hohen, schmalen Gefässe bildet sich oft eine Speckhaut aus solchem Blute, welches in einem weiten, flachen Gefässe keine solche zeigt. Ferner ist *die Menge der Blutkörperchen* nicht ohne Einfluss; blutkörperchenarmes Blut (das Schwangerer, Chlorotischer, das des zweiten und dritten Aderlasses) bildet viel leichter eine Cruste, als blutkörperreiches (z. B. bei Plethora). Hat eine *grosse Menge Fibrin* überhaupt Einfluss auf die Bildung der Cruste, so ist dieses Moment doch von sehr untergeordneter Bedeutung.

Das Blut in Entzündungskrankheiten bildet sehr gewöhnlich eine Cruste; das Venenblut gesunder Pferde erzeugt stets eine solche, das arterielle eine etwas geringere.

Die Menge des Fibrins schwankt im gesunden Blute des Menschen nur wenig um 0,3%. Eine constante Vermehrung des Fibrins, die bis auf 1,3% steigen kann, finden wir in allen von Fieber begleiteten Entzündungen, am erheblichsten ist sie im acuten Gelenkrheumatismus; eine auffallende Verminderung des Fibrins findet sich in keiner Krankheit constant. Das arterielle Blut pflegt etwas mehr Fibrin zu enthalten, als das venöse, geringer ist seine Menge im Pfortaderblute, sehr gering in dem der Milzvene, ganz fehlt das Fibrin im Lebervenenblute, Mengenverhältnisse des Fibrins im Blute.

Das vom Blutkuchen getrennte Serum enthält zuweilen, namentlich in einigen Krankheiten, oft noch einige ungelöste Theilchen suspendirt, die ihm ein milchiges oder wenigstens opalisirendes Ansehn ertheilen; diese Theilchen bestehen entweder aus Fettmolecülen oder aus feinen Körnchen ausgeschiedenen, salzarmen Albumins oder aus farblosen Blutkörperchen. Serum. In diesem suspendirte Theile.

Der Wassergehalt des Serums steht meist in directer Proportion zum Wassergehalte des Gesammtbluts und der Blutkörperchen insbesondere; bei erheblichem Wassergehalt des Serums pflegt auch die Zahl der Blutkörperchen vermindert zu sein; daher der feste Rückstand des Gesammtbluts Wassergehalt desselben.

sich unter solchen Verhältnissen gewöhnlich sehr reducirt; andrerseits bringt es das physikalische Gesetz mit sich, dass ein sehr wässriges Serum auch eine Vermehrung des Wassers in den Blutzellen bedingt.

Das Blutserum erwachsener *Männer* enthält ungefähr 90,5% Wasser; durchgängig enthält das der *Frauen*, besonders in der Schwangerschaft, etwas mehr.

Alle äussern und innern Verhältnisse des thierischen Organismus, welche mit erheblichen *Säfteverlusten* verbunden sind, ziehen Armuth des Bluts an festen Bestandtheilen und demnach vermehrten Wassergehalt nach sich; dasselbe muss bei Entziehung der Nahrung oder gestörter Ernährung der Fall sein; daher wird auch in den meisten Krankheiten das Blut wässriger, ausser im ersten Stadium des Typhus, der Masern, des Scharlachfiebers und der Cholera.

Das Serum des *Arterienblutes* ist reicher an Wasser, als das der *Venen*, unter letztern ist das der *Pfortader* besonders reich an Wasser, das der *Lebervene* aber ärmer, als selbst das der Arterien.

Das Blut der *Amphibien* enthält mehr Wasser, das der *Vögel* weniger als das der *Säugethiere*.

Albumin. Der Hauptbestandtheil des Blutserums ist das Albumin. Dieser Stoff ist es, aus welchem alle andern Proteïnstoffe, ja vielleicht alle stickstoffhaltigen Gewebe bei der thierischen Stoffmetamorphose gebildet werden. Die Albuminmengen schwanken im normalen Blute zwischen 6,3 und 7,0% (im normalen Blutserum zwischen 7,9 und 9,8%). In den meisten *Krankheiten* ist der Albumingehalt des Serums mehr oder weniger vermindert; vermehrt ist er nur bei intermittirenden Fiebern und in der Cholera gefunden worden. Während der *Verdauung* nimmt übrigens der Albumingehalt des Blutes erheblich zu. Das *arterielle Blutserum* enthält weniger Albumin als das *venöse*, ärmer noch daran ist das der *Pfortader*, sehr reich dagegen das der *Lebervenen*.

Das Blut der Menschen enthält durchschnittlich mehr von diesem Stoffe als das der meisten Säugethiere.

Ob Caseïn ein constanter Bestandtheil normalen Blutserums sei, dürfte den bisherigen Untersuchungen nach noch zu bezweifeln sein. Es kommt im Serum allerdings eine Substanz vor, die viel Aehnlichkeit mit Caseïn hat und daher Serumcaseïn genannt wurde; allein man kann sie mit gleichem Rechte für ein alkali- und salzarmes Albumin halten. Caseïn.

Dieses Serumcaseïn ist einigen Beobachtern zufolge im Blutserum Schwangerer und in dem der Placentargefässe erheblich vermehrt.

Die Fette des Serums bestehen weniger aus Stearin, Margarin und Elaïn als aus Stearin-, Margarin- und Oelsäure und Cholesterin; das, was man früher Serolin nannte, ist ein Gemeng des krystallisirbaren Theils genannter Fette. Im Aetherextracte des Serums überwiegen überhaupt die krystallisirbaren Fette, während die der Blutkörperchen mehr ölig und gelbgefärbt sind. Phosphorhaltige in Aether lösliche Materien, die in den Blutzellen vorkommen, fehlen im Serum. Der Gehalt des Blutserums an Fett ist ziemlich variabel, doch fehlt es an sorgfältigen Bestimmungen desselben. Während der *Verdauung* wird das Blut stets fettreicher. In *Krankheiten* scheinen die gewöhnlichen Fette abzunehmen, während das Cholesterin zunimmt. Das Blutserum der *Frauen* ist durchschnittlich reicher an Fett als das der *Männer*. Das Blut der *Arterien* enthält weniger Fett als das der *Venen*; unter letztern ist das der *Pfortader* am reichsten an solchen. Fette.

Ein constanter Bestandtheil des Blutserums ist auch der Krümelzucker. Seine Mengen sind jedoch unter den gewöhnlichen Verhältnissen gering; so fand man z. B. im Rindsblute nur 0,0007%. Nach dem Genusse stärkmehl- oder zuckerreicher *Nahrungsmittel* kann seine Menge jedoch sehr vermehrt werden, so dass sie bis auf 0,5% steigen kann; bei *Diabetikern*, wo das Blut immer viel Zucker enthält, findet man jedoch selten mehr als 0,05%. Das *Pfortaderblut* enthält nur Spuren von Zucker, während das der *Lebervenen* sehr reich daran ist. Krümelzucker.

Auch Harnstoff muss zu den normalen Bestandtheilen des Bluts gerechnet werden; indessen ist seine Menge so Harnstoff.

gering, dass genaue quantitative Bestimmungen bis jetzt unmöglich waren.

Hippursäure. Kreatin. Kreatinin. Als normale Bestandtheile des Bluts hat man auch Hippursäure, Kreatin und Kreatinin erkannt.

Farbstoff. Dass das Serum einen eigenthümlichen gelben Farbstoff enthalte, ist nicht unwahrscheinlich, jedoch ist derselbe noch nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen.

Gallenbestandtheile. Gallenfarbstoff und Gallensäuren kommen nicht selten in krankhaftem Blute vor, auch wenn kein entschiedenes Leberleiden vorliegt; in gesundem Blute sind jedoch jene Stoffe noch nicht gefunden worden.

Hypoxanthin. Hypoxanthin findet sich nur in sehr geringen Mengen im Blute; in grösserer Menge kommt es im Milzvenenblute vor, so wie auch im Gesammtblute bei Leuchaemie.

Harnsäure. Harnsäure ist bis jetzt mit Sicherheit nur in krankhaftem Blute (namentlich bei Arthritis) gefunden worden.

Glutin. Wahrhaftes Glutin wurde bis jetzt nur in leuchaemischem Blute nachgewiesen.

Ameisensäure, Essigsäure, Milchsäure. Ameisensäure, Essigsäure und Milchsäure dürften wohl immer in geringen Mengen in normalem Blute enthalten sein (da die erstern dieser Säuren so reichlich im Schweisse, die letztre in den Muskeln vorkommen): allein vorzugsweise hat man sie bis jetzt nur im Blute der Milzvene und in leuchaemischem Blute nachzuweisen vermocht.

Riechstoffe. Das Blut der meisten Thiere pflegt in der Wärme einen fast jeder Thierspecies eigenthümlichen Geruch zu entwickeln, der namentlich beim Vermischen desselben mit dem 1½fachen Vol. Schwefelsäure hervortritt; am unverkennbarsten ist derselbe beim Blute der Ziege, des Schaafs und der Katze; die chemische Natur dieser Riechstoffe ist noch nicht ermittelt, doch gehören sie wahrscheinlich den flüchtigen Fettsäuren an.

Mineralbestandtheile. In den Mineralbestandtheilen des Serums ist das *Chlornatrium* überwiegend (durchschnittlich 61% der Asche); diesem zunächst steht das *kohlensaure Natron* (28,9%); der

Alkalisalze. Gehalt der Asche an *Chlorkalium* ist ziemlich variabel (jedoch durchschnittlich ungefähr 4%), ebenso der Gehalt an *phosphor*

saurem Natron (ungefähr 3%); die Menge schwefelsauren Kali's, die man findet, hängt meistens von der Einäscherungsmethode ab. An Salzen überhaupt finden sich im Serum durchschnittlich 0,85%; das Serum des Bluts von Männern enthält mehr Salze als das des Frauenbluts, das Erwachsener mehr als das von Kindern. Bei heftigen Entzündungen hat man die Serumsalze sehr vermindert gefunden, mehr noch aber in der Cholera, dagegen in acuten Exanthemen, im Typhus, bei Dysenterie, Brightscher Krankheit und überhaupt Hydrops oder Hydraemie erheblich vermehrt.

Arterielles Blutserum ist etwas reicher an Salzen als venöses; das der Pfortader enthält aber wiederum mehr, als das der Arterien. Nach wiederholten Aderlässen finden sich im Serum der später entleerten Blutparthien mehr Salze, als in den zuerst entleerten.

Kohlensaures Ammoniak.

Kohlensaures Ammoniak findet sich im Blute nur bei schweren Krankheiten und namentlich bei jenem Symptomencomplexe, den man Uraemie genannt hat; daher auch fast constant im Blute Cholerakranker.

Kieselsäure.

Kieselsäure hat man bis jetzt nur im Blute der Hühner nachgewiesen.

Analyse des Bluts.

Zur Analyse des Bluts reichen die bekannten, von der analytischen Chemie gebotenen Mittel nicht aus. Es kommt bei der Untersuchung des Bluts hauptsächlich darauf an, die Blutkörperchen getrennt von der Intercellularflüssigkeit zu untersuchen: allein diese Molecüle sind weder durch Filtriren noch durch andre mechanische Mittel von der Blutflüssigkeit zu trennen. Man musste sie daher indirect zu bestimmen suchen. Da der Blutkuchen gewöhnlich alle Körperchen einschliesst und den grössten Theil reinen Serums auspresst, so kam man zuerst auf den Gedanken, beide Parthien für sich besonders zu analysiren und dann alles im Blutkuchen gefundene Wasser als dem Serum angehörig zu berechnen. Da man das im Blutkuchen noch eingeschlossene Wasser nicht direct zu bestimmen vermochte, so nahm man an, auch die die Blutkörperchen durchdringende Flüssigkeit sei Serum mit allen seinen (aus besondrer Serumanalyse ermittelten) Bestand-

Bestimmung der sogenannten trocknen Blutkörperchen.

theilen. Indem man nun von dem festen Rückstand des Blut-kuchens die dem Wasser (wenn solches sämmtlich von Serum herrührte) angehörigen festen Bestandtheile und ausserdem den Faserstoff abrechnete, glaubte man in der dann gefundenen Zahl die Menge der festen Bestandtheile der Blutkörperchen ermittelt zu haben. Dies sind die oben erwähnten sogenannten trocknen Blutkörperchen der frühern Analytiker, die durchschnittlich an solchen 12,5 bis 13,0% im normalen Blute gefunden hatten. Abgesehen davon, dass diese Methode principiell unrichtig ist, indem die Blutkörperchen selbst in ihrem Innern kein wahres Serum enthalten und enthalten können, so ist die Fehlergrösse nicht einmal so constant, dass solche Analysen vergleichsfähig wären; denn z. B. bei gleichem Gehalte an Blutkörperchen schliesst der Blutkuchen bald mehr bald weniger wahres Serum ein und man subtrahirt dann vom festen Blutkuchenrückstande eine höchst zufällige, mit dem wahren Gehalte der Blutzellen an festen Bestandtheilen in gar keinem Verhältnisse stehende Grösse. Man hat diese Methode mannigfach zu verbessern gesucht, allein immer bleibt sie höchst unzuverlässig, da ihr Princip unrichtig ist.

Bestimmung der coagulirbaren Bestandtheile der Blutkörperchen.

Gestützt auf die Erfahrung, dass die Blutkörperchen aus mit schwefelsaurem Natron oder salpetersaurem Kali versetztem Blute das Filter weniger leicht durchdringen, glaubte man in der Anwendung einer gesättigten Glaubersalzlösung auf das Blut (1 Vol. Blut mit 8 Vol. Lösung gemischt) ein Mittel gefunden zu haben, die Menge des trocknen Rückstandes der Blutkörperchen zu bestimmen: allein ganz abgesehen davon, dass es nur selten gelingt, auf diese Weise die Blutzellen abzufiltriren, ohne dass nicht ein Theil derselben durch das Filter geht, abgesehen ferner davon, dass in manchem Blute von Thieren oder in Krankheiten durch jene Salze gar keine solche Scheidung erzielt wird: so bestimmt man hier nur einige coagulirbare Bestandtheile der Blutkörperchen (denn die von Salzlösung durchdrungenen Körperchen können von jenen Salzen nur durch Lösung und Coagulation ge-it werden), verliert aber sämmtliche Salze und nicht coa-rganische Materien der Blutzellen.

Man hat daher neuerdings andre Wege eingeschlagen, um wenigstens indirect zu annähernden Bestimmungen der Menge und der Zusammensetzung der Blutkörperchen im Blute zu gelangen. Da man schon aus dem Vergleiche der Analysen der Placenta und des Serums eines und desselben Bluts ersieht, dass auf den festen Rückstand des Blutkuchens immer mehr Kaliverbindungen und Phosphate kommen als Chlor und Natronverbindungen, während das Serum fast nur letztere enthält, so kann man annehmen, dass im Blutkuchen eine dem Natron oder Chlor entsprechende Menge Serum eingeschlossen gewesen sei und darnach die Berechnung der den Blutkörperchen zukommenden Bestandtheile ausführen. Allein da wenigstens aller Wahrscheinlichkeit nach die Blutkörperchen nicht völlig frei von Natrium und Chlor sind, so kann die Berechnung, ohne eine allzu ungefähre zu werden, sich nicht auf diesen Punkt allein stützen.

Bedingungsgleichungen zu einer Berechnung der Menge der Blutkörperchen.

Differenz in der Menge und Qualität der im Blutkuchen und Serum enthaltenen Salze.

Man suchte daher noch durch mikrometrische Bestimmungen die Grösse des Wassergehalts des Bluts einerseits und andrerseits das Volumen vom Blutkuchen eingeschlossenen Serums zu ermitteln. Man fand nun, dass das Blutkörperchen unter dem Mikroskop beim Eintrocknen ungefähr 68 bis 69% seines Volumens verliert, also 32 bis 31% fester Stoffe enthält und ferner, dass in 100 Vol. bestcontrahirten Blutkuchens noch ungefähr 20 Vol. Serum eingeschlossen sind; also $^4/_5$ des Vol. vom Blutkuchen würden den Blutzellen angehören.

Mikrometrische Messungen der frischen und eingetrockneten Blutkörperchen und des zwischen den Blutkörperchen enthaltenen Serums.

Wer mit derartigen mikroskopischen und volumetrischen Bestimmungen vertraut ist, wird nicht verkennen, dass auch diese hier auf sehr grosse Zuverlässigkeit keinen Anspruch machen können: allein indem man alle diese drei Bedingungsgleichungen zusammenfasst, kann man hoffen, einen wenigstens ziemlich annähernden Werth für das noch vom Blutkuchen eingeschlossene Serum und demnach für die Menge und Bestandtheile der Blutkörperchen zu finden. Durch auf diese Bestimmungen begründete Berechnungen hat sich herausgestellt, dass man bei der unmittelbaren Blutanalyse die erste der hier erwähnten Methoden anwenden kann, und dass man die darnach gefundene Zahl der genannten trocknen Blutkörperchen

Berechnungsweise.

nur mit 4 zu multipliciren braucht, um wenigstens sehr annähernd die Menge der frischen Blutzellen und demnach des vom Blutkuchen eingeschlossenen Serums zu bestimmen. Kennt man aber die Menge des eingeschlossenen Serums, so sind natürlich leicht die den Blutkörperchen zukommenden Bestandtheile zu berechnen.

Zählung der Blutkörperchen.

Auf eine möglichst genaue Zählung der in einem gemessenen Volumen frischen Blutes und eine gleiche Zählung mit bestimmter Menge Serum verdünnten Blutes nebst Vergleichungsanalysen beider Flüssigkeiten ist in neuerer Zeit der Entwurf zu einer Methode der Blutanalyse begründet worden.

Möglichkeit einer ziemlich directen Berechnung der Menge der in einem Blute enthaltenen Körperchen.

Es ist sehr leicht begreiflich, dass, wenn wir dem Blute eine lösliche Substanz zuzusetzen vermöchten, welche sich blos im Serum auflöste und, der Endosmose unfähig, in das Innre der Blutzellen nicht einzudringen vermöchte, man den einfachsten und sichersten Weg einschlagen würde, um die Menge des im Blutkuchen eingeschlossenen Serums zu berechnen; denn man brauchte, wenn man die Menge der zugesetzten Substanz bemerkt hätte, nur den Gehalt des Serums einerseits und des Blutkuchens andrerseits an dieser Substanz zu bestimmen, um zu wissen, wie viel Serum noch im Blutkuchen enthalten sei; nach Abzug dieser Zahl und der Menge des Faserstoffs hätte man die Quantität der feuchten Blutzellen. Man hat in der That sich zuweilen geschmeichelt, solche Substanzen gefunden zu haben: allein bis jetzt kennen wir noch keine Materie, für welche die Hüllenmembran der Blutzellen undurchdringlich wäre und wahrscheinlich giebt es auch keine, welche endosmotische Strömungen zwischen Zelleninhalt und Intercellularflüssigkeit absolut ausschlösse.

Bestimmungsweisen andrer Blutbestandtheile.

Die Bestimmungsweisen der andern Bestandtheile des Bluts lehrt die analytische Chemie; wir erinnern hier nur kurz daran, dass das, was man als Faserstoff entweder durch Schlagen des Bluts oder durch Auswaschen des feinzerkleinerten Blutkuchens gewinnt, niemals reines Fibrin ist, sondern immer farblose Blutzellen und Hüllenreste der farbigen enthält, und andrerseits, dass Albumin aus alkalischem Blutserum nie genau bestimmt werden kann, wenn die Flüssigkeit nicht

vorher durch verdünnte Essigsäure neutralisirt oder höchstens schwach angesäuert worden war.

Verschiedenheiten der Constitution des Bluts unter verschiednen physiologischen Bedingungen.

Berücksichtigen wir die Verschiedenheit der Constitution des Bluts unter verschiedenen physiologischen Kategorien, so kann Folgendes als bis jetzt festgestellt angesehen werden:

Einfluss des Geschlechts,

Rücksichtlich der Verschiedenheit des Geschlechts gilt Folgendes: Das Blut der Frauen ist etwas lichter roth gefärbt, als das der Männer, es ist specifisch leichter, entwickelt mit Schwefelsäure einen weniger intensiven Schweissgeruch, enthält mehr Wasser, weniger Blutkörperchen; da demnach das Serum im Frauenblute überwiegend ist, so wird es mehr Albumin und feste Fette als das Männerblut enthalten. Das Serum des Frauenblutes enthält weniger Salze als das des Männerbluts; wogegen im Gesammtblute der Frauen mehr Salze als in dem der Männer enthalten sind.

der Schwangerschaft,

In der Schwangerschaft ist das Blut dunkler gefärbt, hat ein geringeres specifisches Gewicht, da es reicher an Wasser und ärmer an Blutkörperchen ist, als Blut Nichtschwangerer; das Fibrin ist nur relativ vermehrt; daher kleinerer Blutkuchen mit oberflächlicher Fibrinschicht; das Serum enthält weniger Albumin; das sog. Serumcasëin ist vermehrt.

des Lebensalters,

Das Blut der Kinder ist reich an festen Bestandtheilen, besonders an Blutkörperchen, ärmer an Fibrin und Salzen, reicher an Extractivstoffen als das Blut Erwachsener.

Im höhern Alter wird das Blut ärmer an festen Bestandtheilen, namentlich an Blutkörperchen und Albumin; das Cholesterin soll darin zunehmen.

der Verdauung,

Während der Verdauung wird das Blut reicher an festen Bestandtheilen; besonders nehmen die farblosen Blutzellen zu; der Faserstoff pflegt langsamer zu gerinnen; es ist reicher an Fett, daher das Serum oft trübe; übrigens sind Blutkörperchen, Albumin, Fett und Salze gleichmässig in Zunahme.

des Hungerns oder starker Säfteverluste.

Nach längerm Hungern, beeinträchtigter Ernährung oder starken Säfteverlusten erhält das Blut eine ziemlich analoge Mischung; die Blutkörperchen nehmen nämlich ab; das Plasma wird wässriger, ärmer an Albumin und andern organischen Bestandtheilen, dagegen reicher

an Salzen. Es ist ein durch viele Erfahrungen erwiesener Satz, dass *der Verlust des Bluts an Albumin durch correspondirende Mengen von Salzen ersetzt wird.*

Constitution des Bluts bei Thieren; bei Säugethieren,

Unter den Säugethieren enthalten die Omnivoren am meisten Blutkörperchen, und demnach ist ihr Blut am reichsten an Eisen und an Phosphaten; auch enthält es am meisten Fibrin und feste Serumbestandtheile, indessen weniger Salze als das Blut andrer diaetetischer Kategorien. Das Blut der Carnivoren ist reicher an Blutkörperchen und Fett als das der Herbivoren.

bei Vögeln,

Das Blut der Vögel ist ebenso reich an Blutkörperchen als das der Omnivoren und enthält mehr Fibrin und Fett, dagegen weniger Albumin als das der Säugethiere. Das Blut aller kaltblütigen Thiere ist ärmer an Blutkörperchen und reicher an Wasser als das aller andern Vertebraten.

bei Amphibien,

in verschiedenen Gefässen.

Betreffend die Verschiedenheit des Bluts verschiedener Gefässe ist Folgendes ermittelt: In den rothen Zellen des *Arterienblutes* sind weniger feste Bestandtheile und besonders weniger Fett enthalten als in denen des Venenbluts, dagegen relativ mehr Haematin und Salze. Das Plasma des Arterienblutes enthält mehr Fibrin und Wasser, dagegen relativ weniger Albumin und absolut weniger Fett und Extractivstoffe als das Plasma des Venenbluts.

Arterienblut und Venenblut.

Pfortaderblut.

Das *Pfortaderblut* ist im Vergleich mit dem Jugularvenenblute ärmer an Blutzellen und an festen Bestandtheilen überhaupt; die Blutkörperchen erscheinen unter dem Mikroskop oft fleckig, verzerrt und zackig, sind reicher an Haematin und ärmer an Haematokrystallin, enthalten aber doppelt soviel Fett als die Körperchen aus Jugularvenenblute; die Menge des Fibrins ist geringer, derselbe schliesst viel Fett ein; das Serum enthält bei weitem weniger Albumin, dagegen mehr Fett, Extractivstoffe und Salze; Zucker höchstens in Spuren.

Lebervenenblut.

Das *Lebervenenblut* enthält bei weitem mehr feste Bestandtheile als das Blut jedes andern Gefässes; es ist sehr reich an Blutkörperchen, farblosen wie farbigen; letztre werden von Wasser nur wenig verändert (*F.* T. 9, F. 5); sie sind

ärmer an Haematin, Fett und Salzen; das Plasma dieses Bluts enthält kein Fibrin, weniger Albumin und Fett und weit weniger Salze, als das Blut andrer Gefässe; dagegen enthält es so viel Extractivstoffe und relativ so wenig Wasser, dass seine festen Bestandtheile höher gefunden werden als die jedes andern Bluts. Durch einen reichlichen Gehalt an Zucker ist dieses Blut ebenfalls noch ausgezeichnet.

Das Blut der *Milzvene* ist durchschnittlich etwas wässriger als Jugularvenenblut; es enthält sehr viel farblose Blutkörperchen in verschiedenen Grössen und Formen (*F.* T. 9, F. 6), sehr wenig Fibrin; besonders zeichnet sich dieses Blut aber durch einen Gehalt an Lienin, Hypoxanthin, zwei eisenhaltigen Pigmenten, Essigsäure, Ameisensäure und Milchsäure und im Plasma gelöstem Eisen aus. **Milzvenenblut.**

Das *Menstrualblut* enthält kein Fibrin und verhältnissmässig wenig feste Bestandtheile (16%). **Menstrualblut.**

Das Blut der *Placentargefässe* enthält wenig Fibrin und Albumin, aber verhältnissmässig viel Serumcaseïn. **Placentarblut.**

Entzündliche Krankheiten bedingen am constantesten eine mehr oder weniger erhebliche Vermehrung des Fibrins; dasselbe pflegt mit dem Grade und der Dauer der Entzündung zuzunehmen; die Blutkörperchen nehmen gewöhnlich nur in geringem Grade ab; das Albumin des Serums vermindert sich, besonders bei erheblichen Exsudaten; die Salze bleiben sich ziemlich gleich; die Fette, namentlich Cholesterin, nehmen etwas zu. **Blut in Krankheiten; bei Entzündungen,**

In acuten Exanthemen nehmen die Blutzellen ab, das Serum wird dichter, die Salze darin in grössrer Zunahme als die organischen Stoffe. **acuten Exanthemen,**

In der sog. Plethora sind die Blutkörperchen vermehrt, Fibrin normal, Albumin nur wenig über das normale Mittel. **Plethora,**

In der Chlorose bildet das Blut beim Gerinnen einen kleinen festen Kuchen, oft mit Speckhaut neben klarem Serum; Blutkörperchen mehr oder weniger vermindert; Constitution des Plasma gewöhnlich normal. **Chlorose,**

Dysenterie, Bei Dysenterien wird das Blut ärmer an Körperchen, Fibrin wenig vermehrt, das Albumin des Serums nimmt ab, die Salze zu.

Cholera, In der Cholera wird das Blut ausserordentlich dicht und zäh, die Blutkörperchen relativ vermehrt, die Salze derselben vermindert; das Serum ärmer an Wasser und Salzen, relativ reicher an Albumin; es enthält übrigens meist auch Harnstoff in nachweisbaren Mengen.

Brightsche Krankheit, Anaemie, In der Bright'schen Krankheit nimmt das Blut den Charakter an, den es, wie eben erwähnt, nach starken Säfteverlusten zu haben pflegt (bei sog. *Anaemie*); oft findet sich auch der Harnstoff im Blute sehr vermehrt; ein Theil desselben zersetzt sich zuweilen in kohlensaures Ammoniak

Uraemie, (bei sog. *Uraemie*). Im gelben Fieber hat man, wie in der Cholera, sehr viel Harnstoff im Blute gefunden.

Typhus, Im Typhus findet man in den ersten 8 Tagen das Blut wie bei Plethora, später fast ebenso wie bei Anaemie.

Puerperalfieber, Beim Puerperalfieber pflegt die Verminderung der Blutkörperchen sehr erheblich zu sein; das Fibrin ist (bei gleichzeitiger Peritonitis) sehr vermehrt, aber gallertartig und weich, gewöhnlich eine Cruste bildend; die festen Bestandtheile des Serums sehr vermindert, Extractivstoffe vermehrt. Zuweilen findet man in solchem Blute Gallenpigment, nicht allzuselten sogar freie Milchsäure.

Pyaemie, Bei Pyaemie ist der Faserstoff vermindert, die farblosen Blutzellen sehr vermehrt.

Leuchaemie, Bei Leuchaemie ist das Blut blassroth, oft mit weisslichen Streifen versehen, überreich an farblosen Zellen (*F.* T. 8, F. 6), scheidet beim Gerinnen wenig alkalisches Serum ab; solches Blut enthält Glutin, eiweissartige, eisenhaltige und phosphorhaltige Stoffe, Hypoxanthin, Ameisensäure, Essigsäure und Milchsäure.

Carcinom, Von der Constitution des Blutes bei Carcinom weiss man noch nichts weiter, als dass das Fibrin einigen Beobachtungen nach sehr vermehrt ist.

Diabetes Diabetisches Blut hat ausser einem reichlichern Zuckergehalte dieselbe Zusammensetzung, wie normales Blut.

Skorbut, Tuberculose, Skrophulose, chronischer Rheumatismus und Arthritis sind noch so vage Bezeichnungen krankhafter Zustände, dass den unter solchen Verhältnissen ausgeführten Blutanalysen, auch wenn sie zahlreicher und exacter angestellt wären, kein besondrer Werth beizulegen ist. **in andren krankhaften Zuständen.**

Chylus.

Diese thierische Flüssigkeit ist während der Verdauung (namentlich nach Fettgenuss) fast milchweiss, im nüchternen Zustande nur opalisirend, oft gelblichweiss bis blassröthlich gefärbt, von schwachem Geruche und fadem Geschmacke, von schwach alkalischer Reaction. Wie das Blut gerinnt der Chylus 9 bis 10 Minuten, nachdem er dem Thierkörper entzogen wurde; das nach 2 bis 4 St. vollständig contrahirte Gerinnsel ist im Verhältniss zum Serum gering, sehr weich, oft nur gallertartig; das gelbe Coagulum färbt sich an der Luft gewöhnlich lichtroth. Das Chylusserum bleibt immer trüb und opalisirend, durch Aether wird es klarer, von Essigsäure oft getrübt; beim Kochen scheidet es gewöhnlich kein dichtes, käsiges Coagulum aus, sondern wird nur milchweiss von suspendirten Molecülen geronnenen Albumins. **Physikalische Eigenschaften.**

Chemisch untersuchbare Mengen von Chylus kann man sich nur aus dem Ductus thoracicus verschaffen, am besten, wenn man unmittelbar nach Tödtung des Thieres (welches einige Stunden vorher gefressen hat), die Brusthöhle öffnet und den Gang an seiner Einmündungsstelle in die Vena subclavia unterbindet; aus dem sorgfältig praeparirten Milchbrustgange erhält man dann die grösste Menge möglichst blutfreien Chylus. **Gewinnung.**

An morphotischen Elementen ist der Chylus sehr reich (*F.* T. 8, F. 5); hauptsächlich findet man darin feine Molecularkörnchen, Klümpchen zusammengetretener Körnchen oder nucleusartige Bildungen, cytoïde Körperchen mit einfachem oder mehrtheiligem Kern (Chyluskörperchen) und **Morphotische Bestandtheile.**

Fetttröpfchen; farbige Blutkörperchen finden sich nur sehr vereinzelt im Chylus des Milchbrustganges.

Chemische Bestandtheile. Die chemischen Bestandtheile des Chylus sind fast dieselben, wie die des Blutes.

Fibrin. Das *Fibrin* des Chylus contrahirt sich gewöhnlich nur wenig, bleibt gallertartig und ist daher in Salzlösungen leichter löslich, als das dichtcontrahirte Blutfibrin; seine Menge ist weit geringer als im Blute.

Albumin. Das *Albumin* des Chylus ist alkalireicher; es gerinnt daher nicht in grössern Flocken und Klumpen, wird durch Essigsäure theilweise gefällt und beim Abdampfen der unvollkommenen coagulirten Flüssigkeit bilden sich auf deren Oberfläche Häute. Seine Menge im Chylusserum ist viel geringer als im Blutserum.

Caseïn. Caseïn ist als Bestandtheil des Chylusserums behauptet, aber nicht bewiesen worden.

Fette. Der Gehalt des Chylus an Fetten, die nur zum Theil verseift sind, ist je nach der Beschaffenheit der Nahrung höchst verschieden.

Zucker. Zucker ist im Chylus nur nach stärkmehlreicher Nahrung und selbst dann nur in Spuren nachzuweisen.

Gallenbestandtheile. *Gallenbestandtheile* gehen unter normalen Verhältnissen wenigstens nicht als solche in den Chylus über.

Extractivstoffe. An sogenannten *Extractivstoffen* ist der Chylusrückstand reicher als der Rückstand des Blutserums.

Alkalien. Sehr reich ist der Chylus an *Alkalien*; die theils an Albumin, Fettsäuren und *Milchsäure* gebunden sind, theils an Phosphorsäure und Chlor.

Rhodanverbindungen, schwefelsaure Salze und *Salmiak* sind im Chylus nicht nachweisbar. Ob Eisen im Chylusserum enthalten sei, ist noch eine Streitfrage.

Mineralstoffe. Die *Mineralbestandtheile* des festen Chylusrückstandes betragen ungefähr 12%, worunter 9 bis 10 Th. löslicher Salze.

Einfluss der Nahrung auf die Constitution des Chylus. Der Einfluss der Nahrung auf die Constitution des Chylus zeigt sich in folgender Weise: beim Hungern oder dürftiger Nahrung ist der Chylus etwas ärmer an festen Bestandtheilen und namentlich am Fett. Nach animalischer Nah-

rung wird der Chylus nur dann milchweiss von Fett, wenn jene fettreich war.

Da der von den Darmzotten gesammelte Chylus in den Mesenterialdrüsen in die innigste Berührung mit der Blutflüssigkeit kommt, so erleidet er schon durch den Austausch seiner Bestandtheile mit denen des Blutes auf seinem Wege zum Ductus thoracicus mancherlei Veränderungen, die aber leider fast nur mikroskopisch nachweisbar sind. Fibrin scheint erst in den Mesenterialdrüsen im Chylus aufzutreten; nach der Cisterna chyli hin vermehrt sich der Gehalt an Albumin und festen Bestandtheilen überhaupt, nur das freie Fett verschwindet theilweise, indem es theils verseift wird, theils in die sich mehrenden morphotischen Elemente übergeht.

Im Organismus erzeugte Quantitäten von Chylus.

Die *Quantitäten* in bestimmten Zeiten in das Blut übergehenden Chylus lassen sich nur in höchst ungefährer Weise bestimmen oder berechnen. Man hat directe Bestimmungen versucht, indem man lebenden oder eben getödteten Thieren den Ductus thoracicus am Halse öffnete und den ausströmenden Chylus sammelte, oder Berechnungen angestellt, begründet auf Vergleiche der aufgenommenen Albuminate oder Fette mit dem Gehalte des Chylus an solchen Stoffen. Nach den neuesten Forschungen nimmt man an, dass die in 24 St. aus dem Milchbrustgange in die Vena subclavia tretende Flüssigkeitsmenge etwa ebensoviel beträgt, als die gesammte Blutmasse des Körpers, d. h. $\frac{1}{5}$ vom Gewichte des letzteren.

Lymphe.

Physikalische Eigenschaften.

Diese Flüssigkeit ist farblos oder schwach gelblich, gewöhnlich etwas opalisirend, von schwachsalzigem, fadem Geschmacke und alkalischer Reaction; sie gerinnt 4 bis 20 Minuten nach der Entleerung des Lymphgefässes, bildet dann ein gallertartig zitterndes, farbloses Gerinnsel, welches sich sehr allmählig contrahirt, so dass die Placenta im Verhältniss zum Serum sehr zurücktritt.

Gewinnung.

Man hat sich zur chemischen Untersuchung meist solcher Lymphe bedient, die in Folge von Verwundungen spontan

ausfloss. Am leichtesten verschafft man sich Lymphe vom Frosche, wenn man die Oberhaut am Oberschenkel einschneidet und ein Stück abpraeparirt.

Morphotische Bestandtheile.

An morphotischen Elementen findet man in der Lymphe ausser Fetttröpfchen kernähnliche Bildungen und hauptsächlich cytoïde Körperchen (die sog. Lymphkörperchen); nur in den Lymphgefässen der Milz und in der Lymphe ausgehungerter Thiere hat man Blutkörperchen gefunden.

Chemische Bestandtheile.

Die chemischen Bestandtheile der Lymphe kommen fast ganz mit denen des Bluts überein nach Abzug der den rothen Blutkörperchen eigenthümlichen Stoffe.

Die Menge des *Fibrins* in der Lymphe ist verglichen mit der des Blutplasmas sehr gering: so ist auch die Menge des *Albumins* relativ geringer, die der *Salze* jedoch relativ grösser.

Im Ganzen enthält die Lymphe aber weit weniger *feste Bestandtheile* als das Blutplasma. *Fett* ist in der Lymphe meist in verseifter Form enthalten, aber in geringer Menge.

Die *Extractivstoffe* sind in der Lymphe in grössrer Menge als im Blutserum enthalten, unter diesen sind *Harnstoff, Milchsäure* u. s. w. verborgen. Bemerkenswerth ist noch, dass man *Ammoniaksalze* mit Bestimmtheit in der Lymphe nachgewiesen hat, und so auch praeformirte *Sulphate* in nicht geringen Mengen.

Transsudate.

Begriffsbestimmung.

Unter Transsudaten fassen wir alle jene thierischen Flüssigkeiten zusammen, welche, wenn sie auch durch Reihen von Zellen hindurchtreten müssen, sich doch nur als flüssige unmittelbar aus den Capillaren ausgetretene Blutbestandtheile darstellen.

Unterscheidung von Secreten und Exsudaten.

Von den *Secreten* im engern Sinne des Worts unterscheiden sie sich hauptsächlich dadurch, dass sie eben nur Bestandtheile des Blutplasmas enthalten, während in den Secreten entweder diesen ganz eigenthümliche Bestandtheile enthalten sind, oder gewisse sonst spärlicher vorkommende Stoffe in grösserer Menge angehäuft sind; von den *Exsudaten* aber

dadurch, dass sie frei von Blutkörperchen sind und keinen morphotischen Entwicklungen unterliegen.

Die Transsudate werden normaler und abnormer Weise in das Parenchym der Organe, in die offenen und geschlossenen Höhlen des Thierkörpers und selbst auf die Hautoberfläche ergossen. Hieher gehören also die Absonderungen aller serösen Häute, der Humor aqueus des Auges, der Liquor Amnios, blutzellenfreies Wundsecret, der Inhalt durch Vesicantia entstandener Hautblasen u. s. w. **Theile des Körpers, in welche am häufigsten Transsudate ergossen werden.**

Der Durchtritt von Wasser und einigen Bestandtheilen des Liquor sanguinis durch die Wände der Capillaren ist als das Resultat physikalischer Nothwendigkeit zu betrachten, bedingt durch die *Penetrabilität der Capillargefässwände*, durch die *Schnelligkeit der Bewegung des Bluts* in denselben und durch die *physische und chemische Beschaffenheit* des in den Haargefässen strömenden Bluts. **Bedingungen der Transsudation.**

Je nach der Verschiedenheit eben genannter Bedingungen werden die Transsudate auch eine verschiedene Constitution haben; dabei werden sie aber dieselben chemischen Bestandtheile wie das Blutplasma, nur in verschiedenen Proportionen, enthalten; ihre *physikalischen Eigenschaften* stimmen daher auch im Allgemeinen mit denen der Blutflüssigkeit überein; mögen sie normal oder abnorm und excessiv sein, so sind sie farblos, durchsichtig, von fadem, schwach salzigem Geschmacke, alkalischer Reaction und durchgängig geringerm specifischen Gewicht, als das Blutplasma. **Physikalische Eigenschaften.**

Morphotische Bestandtheile treten in den Transsudaten sehr zurück; Epithelialgebilde, Molecularkörnchen und cytoïde Körperchen sind nur zufällige Bestandtheile derselben. Rothe Blutkörperchen können ohne partielle Zerreissung der Haargefässe nicht füglich in das Transsudat übergehen; finden sich solche, so haben wir es nicht mehr mit dem einfachen Transsudationsprocesse zu thun. **Morphotische Bestandtheile.**

In die Transsudate geht niemals das gesammte Plasma des Bluts als solches über; da bei dem Durchtreten der Flüssigkeit durch die Capillarwände ein Plasmabestandtheil leichter hindurchgeht, als der andre, Wasser aber am leichtesten **Chemische Bestandtheile.**

dieselben durchdringt, so muss der Erfolg immer der sein, dass das Transsudat weit weniger feste Bestandtheile enthält als der Liquor sanguinis. Da nun thierische Häute von den löslichen Salzen und den sog. Extractivstoffen der Blutflüssigkeit leichter durchdrungen werden als von Albumin, von Albumin aber wiederum leichter als von Fibrin: so finden wir in den Transsudaten immer mehr Salze im Verhältniss zum Albumin als in dem Plasma, und Fibrin nur in äusserst geringen Mengen oder gar nicht.

Fibrin.

Das Fibrin, welches in den normalen Transsudaten gänzlich vermisst wird, kommt in jenen excessiven Ausscheidungen der serösen Häute vor, die man Hydrops fibrinosus genannt hat. Dieses Fibrin bildet meist ein lockres, gallertartiges Gerinnsel, ist übrigens mit dem Blutfibrin völlig identisch; seine Menge im Transsudate ist aber stets weit geringer als im Blutplasma.

Albumin.

Gleich dem Fibrin ist auch das Albumin der Transsudate kein andres, als das, welches im Blute enthalten ist; oft wird aber ein Theil des Transsudatalbumins durch Essigsäure gefällt und durch Kochen nur unvollständig ausgeschieden, so dass sich beim Abdampfen der Flüssigkeit caseïnähnliche Häute auf derselben bilden; wir wissen, dass diese Eigenschaften dem Natronalbuminat zukommen; sie beweisen also nur, dass in dem Transsudate mehr basisches Albuminat enthalten ist als im Blute.

Mengen des Albumins, abhängig

Die Mengen des Albumins in den Transsudaten sind ausserordentlich verschieden, ja in dem Humor aqueus, im Fruchtwasser, in der Hirnhöhlen- und Rückenmarksflüssigkeit scheint es gänzlich zu fehlen. Man hat versucht, für diese Verschiedenheit des Gehalts der Transsudate an Albumin gewisse Bedingungen zu ermitteln.

von dem Systeme von Capillaren, denen das Transsudat entspringt.

Zunächst scheint *die Albuminmenge abhängig zu sein von dem Systeme von Capillaren*, denen das Transsudat entspringt. Zwar ist dieser Satz nur durch wenige Untersuchungen bisher festgestellt worden; allein die vorliegenden Thatsachen sprechen doch dafür, dass unter gleichen Bedingungen verschiedene Capillarsysteme verschiedene Albuminmengen durchtreten lassen. Die Flüssigkeit der Hirnhöhlen enthält

darnach das wenigste Albumin (ungefähr 0,5%), die des Peritonaeums weit mehr (1,0%) und die der Pleura am meisten (1,8%). Man darf aber deshalb nicht glauben, dass unter verschiedenen Verhältnissen die Albuminmenge des Transsudates einer und derselben Haargefässgruppe immer an dieselbe Zahl gebunden sei, sondern nur wenn unter gleichen Bedingungen in mehreren serösen Häuten excessive Transsudate entstehen, zeigt sich eine und dieselbe Proportion zwischen den Albuminmengen der Transsudate verschiedener Capillargruppen.

Ein andrer Satz, der sich aus den bis jetzt vorliegenden Thatsachen abstrahiren lässt, ist der, dass, *je langsamer der Blutlauf in den Capillaren ist, desto reicher das Transsudat an Albumin*. So findet sich z. B. in Peritonaealtranssudaten mehr Albumin, wenn sie von grossen Geschwülsten herrühren, als wenn z. B. durch Leberleiden mit Contraction des Leberparenchyms u. s. w. eine mindere Störung des Blutlaufs im Unterleibe verursacht wird. Daher findet man auch bei acutem Hydrocephalus im Transsudate mehr Albumin als bei chronischem. von der Schnelligkeit des Blutlaufs in der Haargefässgruppe,

Der *Albumingehalt des Transsudats ist immer auch vom Albumingehalte des Blutes abhängig*; je ärmer das Blut an Albumin wird, desto geringer ist auch die Menge des Albumins im Transsudate; daher bei Bright'scher Krankheit, wo dem Blute durch die Nieren so viel Albumin verloren geht, auch die Transsudate sehr arm an diesem Stoffe werden. Alle hydropischen Transsudate, die auf Störungen im Blutlaufe beruhen, sind deshalb reicher an Albumin als solche, die von Hydraemie, d. h. grossem Wassergehalte des Bluts, herrühren. und von dem Albumingehalte des Bluts.

Wahrhaftes Caseïn ist auch in den Transsudaten noch nicht nachgewiesen worden. Caseïn.

Dass die Extractivstoffe in den Transsudaten in grösserer Menge, als im entsprechenden Blutplasma, enthalten sind, ist schon oben erwähnt; hinzuzufügen ist, dass ältere Transsudate z. B. bei Hydrops saccatus, weit mehr von jenen Materien zu enthalten pflegen, als frische Durchschwitzungen. Durchschnittlich bleiben die Extractivstoffe aber in den Transsudaten eine höchst variable Grösse. Extractivstoffe.

Fette. An verseifbaren und verseiften Fetten enthalten die Transsudate wenig mehr, als der entsprechende Liquor sanguinis; doch scheint auch die Haargefässgruppe, der das Transsudat entsprossen, von Einfluss auf dessen Fettgehalt zu sein; wenigstens ist die Flüssigkeit der Capillaren der Hirnhäute, des Perikardiums und des Unterhautbindegewebes sehr arm daran.

Cholesterin. Cholesterin kommt gewöhnlich in grösserer Menge in diesen Flüssigkeiten vor als Fette und fettsaure Salze, ja zuweilen (namentlich bei Hydrocele) finden sich solche Mengen Cholesterin in alten Transsudaten, dass die Flüssigkeit einem Brei von Cholesterinkrystallen gleicht.

Gallenbestandtheile. Die harzigen Säuren der Galle sowie Gallenpigment finden sich nur in Transsudaten bei gleichzeitigem Leberleiden.

Zucker. Zucker ist hauptsächlich in den normalen Transsudaten bei Diabetes gefunden worden; aber auch die Amniosflüssigkeit enthält gewöhnlich diesen Stoff.

Harnstoff. Harnstoff findet sich immer in Transsudaten, da dieser fast leichter noch als die Salze aus dem Blute diffundirt; hat man ihn doch selbst im Humor aqueus gefunden. Dass er in den Transsudaten bei Bright'scher Krankheit, wo er im Blute schon in nachweisbaren Mengen gefunden wird, sich auch in grösserer Quantität vorfinden wird, liess sich erwarten.

Dass in den Transsudaten auch Hippursäure, Kreatin, Kreatinin u. dergl. vorkommen, ist wahrscheinlich, jedoch noch nicht speciell erwiesen; nur im Fruchtwasser hat man Kreatin gefunden. Auch milchsaure Salze sind in den normalen Transsudaten noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen worden.

Salze. Ihren Verhältniss zu denen des Bluts. Es ist bereits oben erwähnt, dass die Salze (die löslichen) unter den Bestandtheilen des Liquor sanguinis am leichtesten transsudiren, und dass sie deshalb im Verhältniss zu den organischen Bestandtheilen in grösster Menge in den Transsudaten gefunden werden: allein immer ist ihre Quantität in letzteren geringer als im Blutplasma aus dem einfachen Grunde, weil das Wasser des Bluts in noch weit höherm

Grade transsudirt, als jene löslichen Salze. Wässriges Blut ist, wie oben gezeigt wurde, stets salzreicher als normales; je salzreicher nun das Blut ist, desto mehr Salze finden sich auch im Transsudate; doch ist der Salzgehalt des Transsudats immer etwas geringer als der des Plasmas. Diese Regel erleidet nur eine Ausnahme, wenn viel Blutbestandtheile, namentlich Albumin (bei Bright'scher Krankheit), durch die Nieren abgehen; denn dann kann im festen Rückstande des Transsudats die Menge der Salze die der organischen Stoffe überwiegen.

Die Transsudate der Darmcapillaren und der Choroïdalplexus bilden keine wahren Transsudate.

Ob die Darmcapillarabsonderungen, wie sie sich nach drastischen Laxanzen oder in der Cholera zeigen, mit zu den einfachen Transsudaten zu rechnen seien, ist sehr fraglich, da hier wenigstens ganz andre physikalische Gesetze obzuwalten scheinen; denn hier steht die Beschaffenheit des Plasmas gerade im umgekehrten Verhältnisse zu der des Transsudats als bei den oben erwähnten Transsudationsprocessen. Während wir nämlich dort die Transsudate entstehen sahen, indem das Blutplasma gleichzeitig wässriger, reicher an Salzen und ärmer an Albumin wurde, finden wir hier, dass das Blut weit ärmer an Wasser, ärmer an Salzen, aber reicher an Albumin wird.

Wie in der Intercellularflüssigkeit des Bluts überwiegen auch in den Transsudaten die Chlor- und Natriumverbindungen bedeutend über die andern löslichen Salze des Bluts. Nur die Transsudate der Choroïdalplexus der Hirnhöhle machen hiervon eine Ausnahme, denn in diesen praevaliren Phosphate und Kaliumverbindungen; die Flüssigkeit der Hirnhöhlen ist daher auch nicht zu den Transsudaten (im engern Sinne des Worts) zu rechnen.

Ammoniaksalze.

Ammoniaksalze sind in normalen und frischen Transsudaten nicht nachweisbar; nur bei Harnstoffgehalt des Bluts und Transsudats pflegt in letzterm auch etwas Ammoniak gefunden zu werden.

Gase.

Wie alle thierischen Flüssigkeiten ohne Ausnahme enthalten die Transsudate auch **Gase** und zwar Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff in nachweisbaren, wiewohl geringen Mengen aufgelöst.

Milch.

Physikalische Eigenschaften.

Die Milch aller Säugethiere ist weiss (bald mit einem geringen Stich ins Bläuliche, bald ins Gelbliche), wenig durchscheinend, geruchlos, von schwach süsslichem Geschmacke, meist alkalischer Reaction: specifisches Gewicht zwischen 1,028 und 1,045.

Rahmung.

Gerinnung.

Bekannt ist, dass die Milch, wenn sie einige Zeit in Ruhe steht, an ihrer Oberfläche eine fettreichere, gelbe Schicht, den Rahm, absetzt, während die darunter befindliche Flüssigkeit bläulich weiss und specifisch schwerer wird. Beim Kochen gerinnt die Milch nicht, bildet aber auf ihrer Oberfläche eine von Fetttröpfchen durchsetzte Haut geronnenen Caseïns. Bringt man die Milch einige Zeit lang bei mittlerer Temperatur mit der Schleimhaut des Magens von Kälbern (Lab genannt) zusammen, so gerinnt sie, mochte sie alkalisch oder sauer reagiren.

Reaction.

Die menschliche Milch reagirt constant alkalisch, die der fleischfressenden Thiere sauer, die der Pflanzenfresser meistens alkalisch (bei Kühen, Pferden und Schaafen sah man bei Stallfütterung mit grünem Futter die Milch sauer werden).

Morphotische Bestandtheile.

Milchkügelchen.

Die Milch stellt sich unter dem Mikroskop als eine klare Flüssigkeit dar, in welcher eine Unzahl Fetttröpfchen, die sogenannten *Milchkügelchen*, suspendirt erscheinen (*F.* T. 11, F. 1); die Grösse derselben schwankt gewöhnlich zwischen 0,0012 und 0,0018‴, indessen kommen einzelne grössere und kleinere vor. Dass diese Fettkügelchen von einer besondern Hüllenmembran umgeben sind, lässt sich theils daraus schliessen, dass sie unter dem Mikroskop, wenn etwas Essigsäure zur Milch gesetzt wird, vielfach verzerrt werden, ja ein einzelnes Fetttröpfchen heraustreten lassen, theils auch daraus, dass durch Schütteln mit Aether die Milch ihre emulsive Beschaffenheit nicht verliert, während sie, war z. B. etwas Aetzkali (welches jene Hüllenmembran auflöst) zugesetzt worden, durch Schütteln mit Aether (der alles Fett in sich aufnimmt) durchsichtig und fast wasserhell wird.

Die **Colostrumkörperchen**, *Corps granuleux*, unregelmässige, durch eine amorphe albuminöse Substanz zusammengehaltene Conglomerate von Fettkörnchen, von 0,0063 bis 0,0232''' Durchmesser, ohne Kern und ohne besondre Hüllenmembran, kommen nicht blos im Colostrum (bis zum 3. und 4. Tage nach der Geburt, zuweilen selbst bis zum 20sten) vor, sondern treten immer auch auf, sobald die Milchsecretion durch irgend einen krankhaften Zustand gestört wird (*F.* T. 11, F. 2). Colostrumkörperchen.

Epithelialzellen, Schleimkörperchen, Faserstoffgerinnsel, Blutkörperchen, Infusorien (*Vibrio bacillus*) oder Byssus (blaue Milch) sind seltene, nur zufällige oder durch krankhafte Affectionen der Brustdrüse bedingte Beimengungen.

Die **chemischen Bestandtheile** der Milch sind folgende: Chemische Bestandtheile.

An **Caseïn** findet sich in normaler Frauenmilch 3,1 bis 3,5%, im Colostrum gegen 4,0%, in der Milch der Kuh 3 bis 4%, in der der Ziege 4,5 bis 6,3%, in der des Esels nur 2%, in der des Hundes aber 8,3 bis 13,6%. Nach dem Genusse von Fleisch findet sich mehr Caseïn in der Milch als bei vegetabilischer Kost. Caseïn.

Die **Fette** sind nur in der Kuhmilch genauer untersucht worden. Das reine Milchfett ist fast farblos, kaum schwach gelblich, erstarrt, wenn es geschmolzen war, bei + 26°,5, erhöht aber beim Erstarren seine Temperatur auf + 32°; es besteht ungefähr aus 68% Margarin, 30% Elaïn und 2% eines Fettgemengs, welches bei der Verseifung oder durch Ranzigwerden Buttersäure, Capronsäure, Caprylsäure und Caprinsäure liefert (zuweilen bildet sich auch anstatt Buttersäure und Capronsäure Vaccinsäure). Neuern Untersuchungen nach besteht auch das feste Fett der Butter, welches man bisher einfach als Margarin ansah, aus vier verschiedenen neutralen Fetten, welche bei der Verseifung vier feste sich durch C_4H_4 unterscheidende Fettsäuren liefern, nämlich *Myristinsäure*, $C_{28}H_{28}O_4$, *Palmitinsäure*, $C_{32}H_{32}O_4$, *Stearinsäure*, $C_{36}H_{36}O_4$ und *Butinsäure*, $C_{40}H_{40}O_4$. Fette.

In der Frauenmilch hat man 2,5 bis 4,3% Fett gefunden, in der Kuhmilch durchschnittlich 4,5%, in der Stutenmilch

6,95%, in der Eselsmilch 1,25%, in der Schaaf- und Ziegenmilch 4%, in der Hundemilch 11%; im Colostrum der Frauen 5%, in dem der Kuh 2,6%.

Ein auffallender Umstand ist, dass die zuerst aus Brüsten oder Eutern entleerten Parthien Milch viel ärmer an Fett sind als die später auslaufenden.

Dass die Natur der Nahrungsmittel Einfluss auf den Fettgehalt der Milch hat, geht aus mehrern Erfahrungen hervor, indessen ist derselbe noch nicht speciell nachgewiesen.

Eine Thatsache ist es ferner, dass in Krankheiten der Fettgehalt der Milch abnimmt.

Milchzucker. Milchzucker findet sich in der Frauenmilch zwischen 3,2 bis 6,2%, in der Kuhmilch 3,4 bis 4,3%, in der der Eselinnen 4,5%, der der Stuten 8,7%, der der Ziegen und Schaafe 4,3%; die Milch der Hündinnen enthält bei animalischer Kost oft nur Spuren von Milchzucker. Das Colostrum der Frauen enthält gegen 7% Milchzucker.

Salze. Die Salze der Milch bestehen hauptsächlich aus Chlornatrium und Chlorkalium und phosphorsauren Alkalien, Kalk und Talkerde; hierzu kommt noch das Alkali, an welches das Caseïn gebunden ist. Schwefelsaure Salze und Ammoniaksalze fehlen in der Milch gänzlich. In der Asche der Milch überwiegt gewöhnlich die Zahl der unlöslichen Phosphate über die aller löslichen Salze.

In der Frauenmilch sind 0,04 bis 0,09% löslicher Salze enthalten, in der Kuhmilch neben 0,21% löslichen 0,28% unlösliche Salze, in der Hundemilch bei Fleischkost 0,45% lösliche und 0,57% unlösliche Salze.

Milchsäure. Milchsäure findet sich in alkalischer Milch niemals; die saure Reaction mancher Milch mag oft (z. B. bei Fleischfressern) von saurem phosphorsauren Alkali herrühren.

Albumin. Albumin ist in der Milch nur bei entzündlicher Affection der Brustdrüsen nachgewiesen worden.

Aus dem Gerinnen der Milch in der Hitze darf man noch nicht auf Gegenwart von Albumin schliessen; denn der Inhalt der Milchcanäle ausser der Säugungsperiode, das Colostrum der Kühe nnd die Milch der Hunde scheiden beim Er-

hitzen ein Gerinnsel aus, welches mit Albumin keineswegs identisch ist.

Harnstoff. Harnstoff ist nur bei Bright'scher Krankheit in der Milch gefunden worden.

Uebergang fremder Stoffe in die Milch. Dass Iodkalium in die Milch übergehen kann, ist erwiesen; betreffs des Uebergangs andrer Substanzen liegen noch keine guten Untersuchungen vor.

Analyse der Milch. Rücksichtlich der Analyse der Milch ist nur hervorzuheben, dass es zur genauen Bestimmung des Fettgehalts nicht ausreicht, die Milch abzudampfen und mit Aether zu extrahiren, da letztrer aus solchem Milchrückstande niemals alles Fett auszieht; deshalb ist jene Methode zu empfehlen, wornach die Milch vor dem Abdampfen mit einer bestimmten Quantität schwefelsauren Kalks versetzt wird; dieser hat zugleich den Vortheil, das Caseïn zu praecipitiren und das sonst beim Abdampfen der Milch unvermeidliche Blasenwerfen und Spritzen zu vermeiden; der Rückstand trocknet auch viel schneller aus.

Abgesonderte Mengen von Milch. Dass die körperliche Constitution, das Temperament, die Nahrung und andre äussere Verhältnisse von entschiedenem Einflusse auf die Absonderungsgrösse der Milch sind, braucht kaum erwähnt zu werden. Einigen Versuchen nach vermag eine gesunde säugende Frau in 24 St. durch beide Brüste ungefähr 1300 grm. Milch zu entleeren. Eine Kuh liefert durchschnittlich in 24 St. 6 Klgrm. Milch. Eine säugende Frau würde also in 24 St. auf 1000 grm. ihres Körpergewichts ungefähr 22 grm., eine Kuh nur 10,4 grm. Milch secerniren.

Sperma.

Physikalische Eigenschaften. Die Saamenflüssigkeit, der gewöhnlich Secret der Prostata beigemengt ist, bildet eine schleimige, klebrige, opalisirende, farblose Masse, wird nur beim Eintrocknen etwas gelblich, ist von eigenthümlichem Geruche, erheblich schwerer als Wasser, neutral oder schwach alkalisch; frisch ist sie gallertartig, wird aber nach einiger Zeit dünnflüssig, bildet mit

Wasser ein schleimiges Sediment; Alkohol coagulirt sie, nicht aber Siedehitze.

Gewinnungsweise.

Man gewinnt die Saamenflüssigkeit gewöhnlich aus dem Vas deferens oder den Saamenbläschen brünstiger Thiere; indessen reichen die so gesammelten Mengen nur zu mikrochemischen Untersuchungen aus. Zur chemischen Untersuchung des Sperma's hat man sich des aus den Hoden von Thieren ausgepressten Saftes bedient.

Morphotische Bestandtheile. Saamenfäden.

Die eigenthümlichsten Formelemente des Sperma's sind die sog. *Saamenfäden*, *Spermatozoïden*; sie bilden bei verschiedenen Thieren ziemlich ähnliche, wiewohl unterscheidbare Formen; sie bestehen aus einem runden, ovalen oder birnförmigen Knopfe, von welchem ein langer allmählig spitz zugehender Faden ausläuft. Beim menschlichen Saamenfaden hat der Knopf 0,0007 bis 0,0013‴ Breite und 0,0019 bis 0,0025‴ Länge, der Faden eine Länge von 0,018 bis 0,020‴. Die Saamenfäden werden durch Fäulniss nur schwer zerstört; nur durch concentrirte Lösungen kohlensaurer Alkalien aufgelöst; sie bestehen aus einer Proteïnsubstanz; diese hinterlässt beim Einäschern sehr viel Asche, welche reich an phosphorsauren Salzen ist; ausserdem enthalten sie etwa 4% eines weichen, butterartigen Fettes.

Saamenkörnchen.

Ausser den Saamenfäden findet man im Sperma noch folgende Formelemente: Epithelien, Prostata- und Schleimkörperchen und fein granulirte, blasse, scharf contourirte Moleküle, *Saamenkörnchen* von 0,0016 bis 0,0100‴ Grösse.

Saamenflüssigkeit.

Die diese Formelemente umspülende Flüssigkeit, welche zum grössten Theil von den Cooper'schen Drüsen, den Saamenbläschen und der Prostata herrührt, gelatinirt nach der Entleerung; der gelatinirende Stoff, *Spermatin*, ähnelt mehr dem Schleime als dem Fibrin; beim Kochen gerinnt er nicht, durch Eintrocknen wird er in Wasser unlöslich, durch verdünnte Alkalilösung aufgelöst, durch concentrirte Alkalien aber wieder praecipitirt; durch Essigsäure wird er gefällt, im Ueberschuss derselben aber wieder aufgelöst; in concentrirter Salpetersäure ist er löslich.

Spermatin.

Unter den Salzen des Sperma finden sich phosphorsaurer Kalk und phosphorsaure Talkerde in überwiegender Menge, ausserdem aber viel Chlornatrium und auch phosphorsaure Alkalien. Salze.

Zur Erkennung des Saamens in zweifelhaften Fällen dient am besten das Mikroskop, da die Saamenfäden sich im Harn so wie beim Eintrocknen ziemlich lange erhalten; beim vorsichtigen Aufweichen eingetrockneten Saamens, Abschaben desselben von dem Gewebe, auf dem er sich befand, und Umrühren in Wasser erhält man immer noch unveränderte Saamenfäden unter dem Mikroskop. Diagnose des Saamens.

Saamenflecke auf Leinwand oder anderm Zeug unterscheiden sich von allen ähnlichen Flecken auch dadurch, dass sie 1 bis 2 Minuten lang mässig erhitzt, *fahlgelb* werden. Saamenflecke.

Eiflüssigkeiten.

Unter Eiflüssigkeiten verstehen wir hier nur die Flüssigkeiten des unbebrüteten oder unentwickelten Eies, also die Dotterflüssigkeit und die Eiweissschicht, welche namentlich den Dotter der Vögel umgiebt.

(Auf die Flüssigkeiten des entwickelten Eies, den Liquor Amnios und Allantoïdis, die Vernix caseosa und Gelatine Whartoniana ist an andern Orten (Transsudate, Harn, Hautabsonderung, Schleim) Rücksicht genommen).

Die Dotterflüssigkeit ist nur von Hühnern und von Fischen genauer untersucht worden; jene bildet eine zähe, dicke, wenig durchscheinende, bald gelbroth, bald schwefelgelb gefärbte Flüssigkeit, ohne Geruch, von schwachem, aber eigenthümlichem Geschmacke; mit Wasser gemengt bildet der Dotter eine weisse, emulsive Flüssigkeit, bläut geröthetes Lackmus, erstarrt beim Kochen zu einer leicht zerreiblichen Masse, wird in kaltem Alkohol coagulirt, giebt beim Schütteln mit Aether an letzteren nur röthlich oder bernsteingelbgefärbtes Fett ab, während eine weisse, zähe Masse sich ausscheidet. Dotterflüssigkeit. Physikalische Eigenschaften.

Morphotische Bestandtheile. Fetttropfen.

Unter dem Mikroskop erblickt man zwischen äusserst feinen, nicht messbaren Körnchen Dotterkügelchen und *Fetttropfen* von der verschiedensten Grösse; letztere zeichnen sich meist durch eine minder intensiv gelbe Farbe aus; die *Dotterkügelchen* sind von einer Hülle umgeben, die mit Körnchen bestreut erscheint. Lässt man Salmiak oder andre Alkalisalze auf die Dotterflüssigkeit einwirken, so verschwinden die in der Flüssigkeit suspendirten *Körnchen* gänzlich, zurück bleiben glänzende, scharf contourirte Fettkugeln neben den verzerrten, oval oder gurken- oder spindelförmig gewordenen Dotterzellen; an letztern erkennt man noch eine fein granulirte Hülle. Auch verdünnte Essigsäure verzerrt die Dotterzellen, ohne jedoch die suspendirten Molecularkörnchen aufzulösen.

Dotterkügelchen. Dotterkörnchen.

Dotterplättchen.

In den Eiern der Fische und Amphibien findet man durch das Mikroskop auch noch die sog. *Dotterplättchen*, Täfelchen meist von quadratischer Form, oft geschichtet. Diese sind kein Fett, da sie in Alkohol und Aether unlöslich sind, von Salpetersäure gelb gefärbt werden und in andern Säuren aufquellen und in einzelne Stücke zerfallen.

Chemische Bestandtheile.

Soviel wir bis jetzt über die sphaerischen, zellenartigen Körper des Dotters wissen, bestehen diese hauptsächlich aus Fett und enthalten vorzugsweise das phosphorhaltige Fett (Glycerinphosphorsäure?) und das Dotterpigment.

Die Menge der Hüllenmembranen der Dotterkügelchen beträgt ungefähr 0,5% des Dotters.

Casein.

Die feinen Molecularkörnchen der Dotterflüssigkeit sind nichts weiter als alkaliarmes Caseïn, welches von Alkalisalzen sehr leicht aufgelöst wird. Seine Menge beträgt ungefähr 14% der Dotterflüssigkeit.

Albumin.

Wahrhaft aufgelöst ist in der Dotterflüssigkeit alkaliarmes Albumin, dessen Menge jedoch nur gegen 3% beträgt.

Vitellin.

Vitellin nannte man früher das im Dotter enthaltene Gemenge von Caseïn und Albumin (vergl. S. 80).

Fette.

Genau erforscht sind die Fette des Dotters noch nicht; hauptsächlich bestehen sie aus *Margarin* und *Elaïn*, neben diesen kommt auch ein Körper vor, welcher seines hohen Schmelzpunktes und seiner Krystallform wegen (rhombische

Tafeln) gewöhnlich für *Cholesterin* gehalten worden ist, allein mit diesem nicht identisch zu sein scheint: ausser diesen hat man noch einen zähen, leimartigen Körper, das *Lecithin* und *Cerebrin*, ebenfalls noch nicht genau untersuchte Stoffe, unterschieden; aus letztrem Stoffe mag sich die im Eidotter nachweisbare *Glycerinphosphorsäure* bilden. Lecithin und Cerebrin.

Die Menge aller durch Aether aus dem Dotterrückstande extrahirbaren Stoffe beträgt ungefähr 30% der Dotterflüssigkeit.

Die Farbstoffe des Dotters sind noch nicht genauer untersucht; man weiss nur, dass ein gelbes und ein rothes Pigment darin vorkommt und dass das eine oder das andere eisenhaltig ist. Farbstoffe.

Unter den Mineralstoffen des Eidotters sind die Kaliumverbindungen und Phosphate überwiegend; Chlor und Natrium finden sich in der Dotterasche nur in höchst geringen Mengen. Die Asche enthält allein 67 bis 70% Phosphorsäure; daher die darin enthaltenen Phosphate einbasische sind. An anorganischen Materien sind im Eidotter 1,5% enthalten. Mineralstoffe.

Der Wassergehalt des Dotters frischer Eier ist ziemlich wechselnd; er schwankt zwischen 48 und 55%. Verhältniss des Dotters zum Wasser.

Die Hühnereier enthalten durchschnittlich 15,2 grm. Dotter und 23,9 grm. Weisses.

Die Fischeier, welche keine Eiweisshülle besitzen, enthalten dieselben Bestandtheile wie die Hühnereier und sogar in ziemlich gleicher Proportion.

Das Eiweiss (*Albumen*) der Hühnereier ist unter dem Mikroskop keineswegs amorph; man findet darin ausser den Chalazen und ganz amorphen Zellhäuten hie und da in 3 und mehr Spitzen auslaufende Körperchen oder Aggregate höchst feiner Nadeln. Jene Zellhäute bedingen hauptsächlich die gallertartige Beschaffenheit des Albumens. Eiweiss.

Das Albumin des Eiereiweisses ist grösstentheils an Natron gebunden; die Menge desselben beträgt ungefähr 12,5% des frischen Eiweisses. Albumin.

Fette.

Jene Aggregate von Nadeln sind Margarin; neben diesem findet sich im Eiweiss auch Elaïn, so wie ölsaures und margarinsaures Natron.

Auch Krümelzucker wird im Eiweiss unbebrüteter wie bebrüteter Eier gefunden; seine Menge beträgt ungefähr 0,5%.

Mineralbestandtheile.

Unter den Mineralbestandtheilen des Albumens sind die löslichen Salze überwiegend, während bei der Dotterasche das umgekehrte Verhältniss stattfindet. An Chlormetallen findet man in der Asche über 50%; Phosphate kommen nur in geringer Menge vor, so auch Kaliumverbindungen; das Natron ist zum Theil auch an Kohlensäure gebunden. Etwas Kieselsäure findet sich im Albumen so gut wie im Dotter. Frisches Eiweiss enthält durchschnittlich 0,66% Mineralstoffe.

Der Wassergehalt des Albumens schwankt zwischen 82 und 88%.

Schleim.

Physikalische Eigenschaften.

Dieser den sogenannten Schleimhäuten entsprossene Saft bildet im normalen Zustande eine zähe fadenziehende Masse, welche aus einer pelluciden, klebrigen Flüssigkeit und einer Unzahl morphotischer Elemente, namentlich Epithelialzellen, besteht. Selbst der normale Schleim zeigt mancherlei Verschiedenheiten je nach der Schleimhaut, der er entlehnt ist, und zwar ebensowohl rücksichtlich seiner morphotischen Elemente als seiner chemischen Reactionen.

Morphotische Bestandtheile. Epithelialzellen.

Die Epithelialzellen des Schleims gehören, je nach der histologischen Natur der Absonderungsfläche, dem Pflaster-, Cylinder- oder Flimmerepithelium an. Ihre Menge ist in normalem Schleime so gross, dass man den Intercellularsaft kaum unterscheiden, geschweige denn diesen von jenen trennen kann. (Unter den Horngebilden des thierischen Organismus kommen wir auf die chemische Natur der Epithelien zu sprechen).

Schleimkörperchen.

Schleimkörperchen, cytoïde, den farblosen Blutzellen und Eiterkörperchen ähnliche Molecüle, kommen in jedem

normalen Schleime wiewohl oft nur höchst spärlich vor; indessen vermehren sie sich schon bei geringen Reizungen der Schleimhäute und nehmen bei stärkern (sogenannten Katarrhen) so zu, dass der Schleim unter dem Mikroskope fast nur aus solchen Elementen zu bestehen scheint. (Auf ihre chemische Natur gehen wir unter „Exsudate" bei Betrachtung der cytoïden Körperchen näher ein).

Fibrincoagula nebst Blutkörperchen finden sich nur bei exsudativen (croupösen) Entzündungen der Schleimhäute im Secrete (*F.* T. 12, F. 2). Abnorme Molecüle.

Oft findet man im Schleime auch Körnchenhaufen und Körnchenzellen (sogenannte *Entzündungskugeln*), besonders bei Katarrhen oder croupösen Entzündungen der Luftwege (*F.* T. 12, F. 1 und 3).

Fetttröpfchen finden sich nicht selten im Schleime.

Molecularkörnchen werden namentlich im Schleime bei Krankheiten gefunden, welche wie Tuberculose, Krebs, Typhus, die ganze Stoffmetamorphose des Körpers beeinträchtigen.

Aus drüsigen Organen, welche auf die Schleimhautoberfläche münden, gelangen in manchen Schleim auch verschiedenartige andre Zellenbildungen. Vibrionen und mikroskopische Pilzbildungen treten nur zufällig in stagnirendem Schleime auf.

Seine Haupteigenschaften verdankt der Schleim der in ihm gelösten oder aufgequollenen Materie, dem Schleimstoffe, Mucin, einer Materie, welche chemisch noch sehr wenig gekannt ist, da es nur selten und zwar nur in abnormen Fällen gelingt, den Schleimsaft frei von Epithelien und anderen Formbildungen zu erlangen. Dieser Schleimstoff, der sich zuweilen in Wasser vollständig auflöst, ein andermal aber nur darin aufquillt, gerinnt in der Wärme nicht; Alkohol scheidet ihn in Flocken oder Faden aus, die jedoch nach dem Auswaschen mit Wasser ihre frühern Eigenschaften wieder annehmen. Durch Säuren und selbst durch verdünnte Essigsäure wird er gefällt, in concentrirten Säuren aber wieder aufgelöst. Die verschiedenen Verbindungsverhältnisse, in wel- Chemische Bestandtheile. Schleimstoff.

chen sich das Mucin mit Alkali befindet, mögen die Verschiedenheit seiner Eigenschaften bedingen; so mag es auf Entziehung des Alkali's beruhen, dass in manchem Schleim das Mucin durch Wasser in Fäden u. dergl. ausgeschieden wird.

Albumin. Albumin ist als solches im normalen Schleime nicht enthalten, tritt aber alsbald darin auf, sobald die Schleimhaut in einem Reizungszustande befindlich ist.

Fett. Fett ist im normalen Schleime nur wenig enthalten, tritt jedoch bei katarrhalischen Zuständen in grösserer Menge auf.

Reaction des Schleims. Der Schleim verschiedener Schleimhäute reagirt *bald sauer, bald alkalisch;* was eigentlich die normale Reaction ist, lässt sich um so weniger entscheiden, als vielleicht das Alkali in dem einen Falle so gut wie die freie Säure im andern von fremden Beimengungen herrührt.

Mineralbestandtheile. Unter den Mineralbestandtheilen des Schleimes herrscht das Chlornatrium vor; neben diesem findet sich in der Asche hauptsächlich kohlensaures Alkali (dessen Basis an Mucin gebunden war) und etwas phosphorsaures und schwefelsaures Alkali neben den Erdphosphaten. Die Salze des Schleims betragen ungefähr 0,7%.

An Wasser enthält der Schleim 88,2 bis 95,6%.

Speichel.

Gemischter Speichel. Der Speichel ist nicht blos das Gemeng der Secrete der verschiedenen Speicheldrüsen, sondern zu ihm gehört auch wesentlich das Secret der Mundschleimhaut; dieser gemischte Speichel ist daher wohl zu unterscheiden von dem durch die einzelnen Drüsen abgesonderten Secrete.

Physikalische Eigenschaften. Der gemischte Speichel bildet eine trübe, etwas opalisirende Flüssigkeit, zäh und fadenziehend, ohne Geruch und Geschmack; nach einigem Stehen scheidet er einen graulichweissen Bodensatz ab, der aus Pflasterepithelien und einzelnen Schleimkörperchen besteht (*F.* T. 7, F. 1); das specifische Gewicht schwankt beim Menschen zwischen 1,004 und 1,006; seine Reaction ist normal alkalisch.

Vom Menschen verschafft man sich reinen Speichel am besten, wenn man die Unterkinnlade stark herabdrückt und mit einer Feder den Gaumen kitzelt; unter vorübergehendem Würgen stürzt der Speichel stossweise aus dem Munde hervor. Von nüchternen Thieren sammelt man den Speichel am besten durch Vorhalten des Lieblingsfutters, indem man die Schnauze abwärts drückt. Gewinnungsweise.

Das Secret der Parotis, welches man nur aus künstlichen oder spontan entstandenen Speichelfisteln gewinnen kann, ist wasserhell und farblos, ohne Geruch und Geschmack, nicht fadenziehend, specifisches Gewicht schwankend zwischen 1,0061 und 1,0088; von deutlich alkalischer Reaction. Secret der Parotiden.

Die Summe der festen Bestandtheile des Parotidensecrets ist ziemlich schwankend; in dem von Menschen fand man 1,4 bis 1,6%, in dem des Hundes 0,46%, in dem der Pferde 0,7 bis 1,1%.

Der organische Hauptbestandtheil des Parotidensecrets ist eine an Kali, Natron oder Kalk gebundene Materie, die manche Aehnlichkeit mit einem Albuminat hat, aber damit keineswegs identisch ist, *Ptyalin, Speichelstoff.* Sie ist eine gallertartige, in Wasser lösliche Materie, die durch Erhitzen nicht gerinnt; ihre alkalihaltige Lösung wird durch basisch essigsaures Bleioxyd, Quecksilberchlorid und Gerbsäure, aber nicht durch Alaun, Kupfervitriol und andre Metallsalze gefällt. Ptyalin.

Diese Materie ist zum Theil an Kalk gebunden, den sie aber schon an Kohlensäure abgiebt; daher trübt sich das ursprünglich wasserhelle Parotidensecret des Pferdes an der Luft gleich Kalkwasser.

Neben dieser Materie findet sich ein anderer organischer Stoff, der in Alkohol und Wasser löslich ist, durch Gerbsäure ebenfalls gefällt wird und nicht durch Alaun.

Ein Kalisalz einer der Buttersäuregruppe angehörigen flüchtigen Säure findet sich auch in diesem Speichel. Flüchtige Fettsäure.

Rhodankalium ist gewöhnlich, jedoch nicht immer, darin enthalten. Rhodankalium.

Mineralstoffe. In der **Asche** des Parotidensecrets sind ziemlich viel Chlorkalium und Chlornatrium, nicht wenig kohlensaurer Kalk und geringe Mengen phosphorsaurer Salze enthalten.

Secret der Submaxillardrüsen. Das **Secret der Submaxillardrüsen** ist eine farblose, klare, sehr zähe Flüssigkeit, ohne Geruch und Geschmack; specifisches Gewicht des Secrets von Hunden 1,004; Reaction minder stark alkalisch, als die des Parotidensecrets; dasselbe enthält fast dieselben Bestandtheile, wie das obenbeschriebene Secret, nur weniger an organische Materie gebundenen Kalk. Der feste Rückstand dieses Secrets wurde 0,855% gefunden.

Secret der Mundschleimhaut. Das **Secret der Mundschleimhaut** ist sehr zäh und klebrig, trüb, farblos, meist schaumig, reich an Epithelialzellen, von alkalischer Reaction, enthält ungefähr 1% fester Bestandtheile, worunter 0,62 organische Materie.

Gemischter Speichel. Im **gemischten Speichel** des Menschen finden sich 0,35 bis 1,0% fester Bestandtheile; in 100 Th. der festen Stoffe finden sich gegen 38% Mineralbestandtheile, unter diesen hauptsächlich Chlornatrium und Chlorkalium.

Abnorme Bestandtheile. Im Speichel treten zuweilen auch **abnorme Bestandtheile** auf, so z. B. constant *Iodkalium* nach dem Gebrauche von Iod; zuweilen gehen auch Bestandtheile der *Galle* in den Speichel über, sehr selten *Zucker*. Ob wirkliches *Albumin* je im Speichel gefunden worden ist, bleibt noch zweifelhaft.

Quecksilber geht nur in den Speichel über, wenn Mercurialspeichelfluss in Folge sehr grosser in den Organismus gebrachter Mengen Quecksilber eingetreten ist.

Abnormer Weise reagirt der Speichel auch **sauer** und zwar dann gewöhnlich im nüchternen Zustande; nach Einnahme von Nahrungsmitteln, namentlich saurer, gewürzter oder schwer verdaulicher, pflegt er alkalisch zu werden. Am häufigsten findet man den Speichel bei Reizungen der ersten Wege und im Diabetes mellitus sauer. Welcher Natur diese freie Säure ist, muss zur Zeit noch dahingestellt bleiben.

Speichelconcremente. Die Concremente, welche man zuweilen in den Ausführungscanälen der Speicheldrüsen antrifft, die sog. **Speichelsteine**, bestehen hauptsächlich aus kohlensaurem Kalk,

etwas phosphorsaurem Kalk und Talkerde und ein wenig organischer Materie.

Was die Mengen des innerhalb einer bestimmten Zeit abgesonderten Speichels betrifft, so nahm man früher bei einem erwachsenen Menschen in 24 Stunden 216 bis 316 grm. an; neuere Versuche an Menschen wie an Thieren lassen indessen jene Zahlen viel zu gering erscheinen; für den erwachsenen Menschen kann man demnach 1500 grm. als mittlere in 24 Stunden abgesonderte Menge annehmen. Absonderungsgrösse.

Die Grösse der Speichelabsonderung ist aber in jedem einzelnen kleinern Zeitraume höchst verschieden, da der reichlichere oder sparsamere Zufluss von Speichel in die Mundhöhle von sehr verschiedenen Bedingungen abhängig ist. Trockne und harte Speisen ziehen reichlichern Speichelfluss nach sich; feuchte und weiche wirken dagegen wenig auf die Speichelabsonderung. Bewegung der Unterkinnlade, daher Kauen, Sprechen und Singen, vermehrt die Speichelabsonderung. Saure, aromatische und scharfe Stoffe haben denselben Erfolg. Die Speichelabsonderung dauert übrigens noch einige Zeit fort nach dem Genusse der Speisen.

Je mehr Speichel bereits abgesondert und verschluckt oder ausgeworfen worden ist, desto ärmer an festen Bestandtheilen wird derselbe; die organischen Stoffe nehmen dann mehr ab als die mineralischen.

Die Function des Speichels ist ebensowohl eine mechanische als eine chemische. Function,

Der Speichel und vorzugsweise das Parotidensecret dient nämlich nicht blos dazu, die trocknen Nahrungsmittel zu durchfeuchten und sie so den andern Verdauungssäften zugänglicher zu machen, sondern auch dazu, und zwar hauptsächlich das schleimige Secret der Submaxillardrüsen, den Bissen schlüpfrig zu machen und so die Deglutition zu erleichtern. Durch seine schleimige Beschaffenheit mag der Speichel endlich auch dahin wirken, dass mit ihm durch die vom Kauen bedingte Schaumbildung atmosphaerische Luft dem Magen und Darmcanal zugeführt wird. mechanische,

chemische: Wie die mechanische ist auch die chemische Function des Speichels eine verschiedene. Die auffälligste und wichtigste Eigenschaft des Speichels ist in dieser Hinsicht seine *Fähigkeit, Stärkmehl in sehr kurzer Zeit in Zucker umzuwandeln*, möge er alkalischer oder saurer Reaction sein. Bemerkenswerth ist, dass das Parotidensecret weder für sich noch mit Mundschleim gemischt diese Fähigkeit besitzt und auch das Secret der Submaxillardrüsen allein nicht, wohl aber das letztre mit Mundschleim gemengt. Das Parotidensecret ist also ohne allen Einfluss auf die Zuckerbildung aus Stärkmehl; *das Amylonferment entsteht nur durch Vereinigung des Secrets der Submaxillardrüsen und des Mundschleims.*

Stärkmehl wird durch Speichel in Dextrin und Zucker verwandelt,

Man hat geglaubt, eine Speicheldiastase, d. h. den chemisch einfachen Stoff selbst nachzuweisen, welcher im gemischten Speichel die Umwandlung des Stärkmehls in Zucker bedingt: allein bis jetzt ist dies noch nicht gelungen.

Man darf übrigens die Wirkungsfähigkeit des Speichels auf die Amylaceen nicht überschätzen, wie aus folgenden Thatsachen hervorgeht: die Speichelabsonderung steht durchaus in keinem Verhältnisse zum Gehalte der Nahrungsmittel an Stärkmehl, sondern vielmehr in umgekehrter Proportion zum Feuchtigkeitsgrade derselben; namentlich ist das Nachfliessen von Speichel nach dem Verschlucken stark durchfeuchteter Amylaceea (z. B. gekochter oder nach Kleistergenuss) nur sehr gering. Ferner haben manche Thiere, welche ihre Nahrungsmittel ungekaut verschlingen, nur rudimentäre Speicheldrüsen. Im Mageninhalte findet man nach dem Genusse stärkmehlhaltiger Nahrungsmittel oft wenig, zuweilen gar keinen Zucker. Die Natur hat endlich in dem pankreatischen wie in dem Darmsafte noch viel kräftigere Mittel geschaffen, um im Darme Stärkmehl in Zucker umzuwandeln.

andre Kohlenhydrate nicht.

Auf andre Kohlenhydrate, wie Rohrzucker, Gummi und Cellulose, so wie auf Pflanzenschleim übt der Speichel keine umwandelnde Kraft aus, und ebensowenig auf Proteïnkörper und Leim oder leimgebende Stoffe.

Alkalescenz des Speichels.

Ob die *Alkalescenz* des Speichels wirklich so grossen Einfluss auf die in den Magen gebrachten oder dort gebildeten

Säuren ausübe, als man ihm hie und da zugeschrieben hat, müssen erst noch genauere Versuche lehren.

Dynamische Wirkung.

Man hat dem Speichel auch eine sog. dynamische Wirkung zugeschrieben, d. h. man glaubte, dass er einen Reiz auf den Magen ausübe, vermöge dessen eine reichliche Absonderung von Magensaft erzielt und der Digestionsprocess überhaupt mächtig gefördert werde. Directe Versuche an Thieren haben diese Ansicht nicht bestätigt.

Passive Functionen.

Endlich hat man dem Speichel auch noch sog. passive Functionen beigemessen, vermöge deren er den Geschmackssinn unterstützt, den Ausdruck der Stimme begünstigt, die Mundschleimhaut reinigt und bis zu einem gewissen Grade den Durst löscht.

Magensaft.

Eigenschaften.

Reiner Magensaft ist klar, dünnflüssig, farblos (höchstens schwach gelblich gefärbt), von schwachem, eigenthümlichem Geruche und geringem, salzig-säuerlichem Geschmacke, wenig schwerer als Wasser, von stark saurer Reaction, trübt sich beim Kochen nicht, wohl aber ein wenig beim Neutralisiren mit Alkali. Wie die meisten sauren Flüssigkeiten geht der Magensaft nicht leicht in Zersetzung über. Formelemente finden sich darin nur sparsam; sie bestehen theils aus unveränderten Zellen der Magensaftdrüsen, theils aus deren Kernen, theils aus feiner moleculärer Materie (*F.* T. 7, F. 2).

Gewinnungsweise.

Man verschafft sich reinen, obwohl immer noch mit etwas Speichel gemengten Magensaft, wenn man Hunden, denen man künstlich eine Magenfistel beigebracht hat, leicht zu zerkauende Knochen fressen lässt und nach Verlauf von 5 bis 10 Minuten die Fistel öffnet und den ausfliessenden Saft von Schleimflocken und Speiseresten abfiltrirt. Will man ganz speichelfreien Magensaft untersuchen, so müssen der Oesophagus oder wenigstens die Speichelgänge unterbunden werden.

In früherer Zeit liess man Thieren einen an einer Schnur befestigten Schwamm verschlucken, zog nach einiger Zeit den Schwamm mittelst der Schnur wieder heraus und presste die

Flüssigkeit ab. Später pflegte man dadurch Magensaft zu gewinnen, dass man die Thiere einige Zeit nach dem Fressen tödtete und die Flüssigkeit aus dem Mageninhalte sammelte.

Der filtrirte Magensaft enthält nur wenig feste Bestandtheile; in dem einer Frau hat man (nach Abzug der Chlorwasserstoffsäure) 0,517 bis 0,562% gefunden, in dem der Hunde aber 1,05 bis 2,7%; im festen Rückstande sind ungefähr 63% organische und 37% anorganische Materien enthalten.

Die organischen Stoffe des Magensafts sind noch nicht genau gekannt; man weiss nur, dass eine organische Materie darin enthalten ist, welcher der Magensaft hauptsächlich seine Eigenschaft verdankt, Proteïnkörper aufzulösen und in nicht coagulirbare Stoffe (*Peptone*) zu verwandeln.

Diese Materie (*Pepsin*) steht den Proteïnkörpern nahe, gerinnt nicht in der Hitze, verliert aber dadurch ihr Verdauungsvermögen, ist durch Quecksilberchlorid, Bleisalze, Alkohol und Gerbsäure fällbar. Neben dieser Materie findet sich noch ein in Wasser und Alkohol löslicher, organischer Stoff im Magensafte vor.

Die freie Säure des Magensaftes ist theils Chlorwasserstoffsäure, theils Milchsäure; letztre fehlt im Magensafte fleischfressender Thiere zuweilen ganz.

Die Menge der freien Salzsäure beträgt durchschnittlich 0,335%, die der freien Milchsäure 0,450% der Flüssigkeit. Bei einer Frau fand man im speichelhaltigen Magensafte 0,022% und ein andermal 0,018% freie Salzsäure (ohne Milchsäure).

Im Magensafte, welcher gewonnen wird, nachdem kurze Zeit vorher Speisen genossen worden sind, pflegt freie Salzsäure gänzlich zu fehlen; man findet dann auch freie Säure; diese besteht aber aus Milchsäure und Buttersäure (herrührend hauptsächlich von Brod und Fleisch).

Unter den Mineralbestandtheilen des Magensaftes herrschen die Chlorverbindungen vor; neben Chlornatrium finden sich geringere Mengen Chlorammonium, Chlorcalcium und Chlormagnesium nebst Spuren von Eisenchlorür. Phosphorsaurer Kalk findet sich nur in sehr geringen Mengen,

während phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien gar nicht nachzuweisen sind.

In den Magensaft können unter besondern Verhältnissen mehrere Substanzen als zufällige Bestandtheile übergehen, z. B. Iodkalium, Kaliumeisencyanür, Eisensalze, Harnstoff. Zufällige Bestandtheile.

Künstlichen Magensaft nennt man eine Flüssigkeit, welche durch Behandlung der Drüsenhaut des Magens mit verdünnter Salzsäure erhalten wird, und die Haupteigenschaft des natürlichen Magensafts besitzt, coagulirte Proteïnkörper in lösliche Substanzen zu verwandeln. Künstlicher Magensaft.

Rücksichtlich der Absonderungsgrösse des Magensaftes hat man in einigen Versuchen an Hunden gefunden, dass diese etwa in 24 Stunden $^1/_{10}$ ihres Körpergewichts an Magensaft abscheiden; ein erwachsener Mensch würde demnach in 24 Stunden ungefähr 6,4 Klgrm. Flüssigkeit in den Magen ergiessen. Einigen directen Beobachtungen nach hat man bei einer Frau sogar den vierten Theil ihres Körpergewichts an Magensaft in 24 St. abgesondert gefunden. Absonderungsgrösse.

Was die Function des Magensafts betrifft, so ergiebt sich diese von selbst aus der oben erwähnten Eigenschaft desselben, Proteïnkörper und leimhaltige oder leimgebende Substanzen aufzulösen und in leicht resorbirbare Peptone zu verwandeln. Function.

Diese Fähigkeit wird indessen aufgehoben: durch Kochen, durch Sättigen der freien Säure, durch schweflige und arsenige Säure, durch Alaun und die meisten Metallsalze; sehr gehemmt wird sie durch Sättigung des Magensaftes mit Alkalisalzen oder andern löslichen Verbindungen. Die Stelle der Chlorwasserstoffsäure und Milchsäure kann durch andre starke Mineralsäuren nur schwach, durch andre organische Säuren nicht vertreten werden.

100 grm. frischen Magensafts sind im Stande 3 bis 5 grm. geronnenes Albumin aufzulösen. Intensität der verdauenden Kraft des Magensaftes.

Auf die stickstofffreien Nahrungsmittel, d. h. Fette und Kohlenhydrate ist der Magensaft ohne Einwirkung. Er be-

einträchtigt übrigens die Wirkung des Speichels auf Amylon wenigstens insoweit, dass rohes Stärkmehl im Magen nicht in Zucker verwandelt wird, wohl aber gekochtes.

Der abgesonderte Magensaft ist zur Verdauung der dem Thiere nöthigen Proteïnkörper unzureichend.

Der Magensaft reicht nicht aus, um alle zur Ernährung eines Thieres nöthige Proteïnkörper aufzulösen; dies geht nicht nur daraus hervor, dass ein grosser Theil der genossenen Proteïnkörper den Magen unverdaut verlässt, sondern auch aus folgender Ueberlegung: Ein Hund braucht zu vollständiger Unterhaltung aller physiologischen Functionen täglich 50 grm. Fleisch (worin 10 grm. Albuminate) auf 1000 grm. seines Körpergewichts; derselbe sondert aber nur 100 grm. Magensaft ab, welcher, wie oben erwähnt, höchstens die Hälfte der Albuminate des Fleisches aufzulösen vermag; also müssen dem Darminhalte noch andere Säfte zufliessen, welche die Proteïnkörper aufzulösen im Stande sind; denn der Magensaft wird im Duodenum durch Galle und Bauchspeichel seiner freien Säure und somit seines Verdauungsvermögens beraubt. Bei Menschen scheinen übrigens den wenig zahlreichen genauern Beobachtungen nach noch weniger Albuminate im Magen verdaut zu werden, als bei Hunden.

Galle.

Eigenschaften.

Die Galle der meisten Thiere bildet, so wie sie aus der Gallenblase entlehnt ist, eine schleimige, fadenziehende Flüssigkeit von grüner oder brauner Farbe, von bitterem Geschmack, eigenthümlichem Geruche, der namentlich beim Erwärmen oft moschusartig wird; das specifische Gewicht schwankt um 1,02; sie ist gewöhnlich schwach alkalisch, oft ganz neutral, sauer selbst in Krankheiten sehr selten. Schleimhaltige Galle fault leicht, schleimfreie schwer oder gar nicht.

Gewinnungsweise.

Frische Menschengalle kann man selbstverständlicher Weise nur aus den Leichnamen eben hingerichteter Verbrecher gewinnen. Um die Verhältnisse der Gallensecretion und den Einfluss der Galle auf die Verdauung u. s. w. zu studiren, hat man Gallenfisteln angelegt, indem man die Gallengänge

unterband und die geöffnete Gallenblase mit den äusseren Wundrändern verwachsen liess.

Chemische Bestandtheile.

Jede Galle enthält zunächst zwei wesentliche Bestandtheile, einen oder mehrere harzige und einen färbenden.

Harzige Säuren.

Die harzähnlichen Säuren sind nicht in allen Gallen völlig identisch; in der Galle der meisten Säugethiere finden sich glykocholsaure und taurocholsaure Alkalien in verschiedenen Proportionen gemengt; doch ist das taurocholsaure Alkali in der Galle der meisten Thiere überwiegend über das glykocholsaure. In der Galle der Hunde fand man nur taurocholsaures Natron. Eigenthümlich sind die harzigen Säuren der Galle des Schweines; auch diese sind theils mit Glycin, theils mit Taurin gepaart, unterscheiden sich aber ihrer Zusammensetzung nach von den vorerwähnten Säuren nur durch 2 Aeq. CH (s. S. 50). Diese Säuren betragen in den meisten Gallen wenigstens 75% des festen Rückstandes.

Pigment.

Das Gallenpigment kommt in der Galle verschiedener Thiere in zwei Modificationen vor, einer braunen und einer grünen; die letztere scheint ein Oxydationsproduct der erstern zu sein; jedoch sind diese Stoffe noch zu wenig untersucht, um ein bestimmtes Urtheil fällen zu können. Die eigenthümlichen Farbeveränderungen, welche namentlich das braune Pigment durch Salpetersäure erleidet, sind bekannt. Die Mengen des Pigments haben nicht einmal ungefähr bestimmt werden können.

Cholesterin.

Ein nie fehlender Bestandtheil der Galle ist das Cholesterin, welches durch das taurocholsaure Alkali wahrhaft gelöst ist, und sich daher nur höchst selten krystallinisch ausgeschieden darin vorfindet.

Fette und fettsaure Salze.

Freie Fette, die ebenfalls durch das taurocholsaure Alkali gelöst erhalten werden, so wie fettsaure Alkalien sind sehr gewöhnliche Bestandtheile der Galle. An Fetten, Fettsäuren und Cholesterin fand man im festen Rückstande menschlicher Galle 27 bis 30%.

Mineralbestandtheile.

Unter den Mineralstoffen der Galle überwiegt, wie fast überall, das Chlornatrium; daneben findet sich etwas phosphorsaures und kohlensaures Natron, phosphorsaure Kalk-

und Talkerde mit Spuren von Eisen und Mangan; dagegen findet man kein schwefelsaures Alkali in frischer Galle; so auch keine Ammoniaksalze. Bemerkenswerth ist, dass die Galle der Seefische fast nur Kalisalze enthält, während die der pflanzenfressenden Säugethiere nur Natronsalze führt.

Schleim.

Die fadenziehende Beschaffenheit verdankt die Galle hauptsächlich ihrem Schleimgehalte; dem reichlichen Schleimsafte sind hier verhältnissmässig wenig Zellen von *Cylinderepithelium* beigemengt.

Cylinderepithelium.

Quantitative Zusammensetzung.

Die normale Menschengalle enthält durchschnittlich 14% (schwankend zwischen 10,2 und 17,7%) fester Bestandtheile, die Rindsgalle 10 bis 13%, die Schweinsgalle 10,6 bis 11,8%. Die organischen Bestandtheile der menschlichen Galle betragen ungefähr 90%; die Galle der meisten Thiere enthält weniger organische Bestandtheile den Mineralstoffen gegenüber, zuweilen nur 86%.

Verschiedenheit der Blasen- und Lebergalle.

Die Galle der meisten Carnivoren ist gelb bis gelbbraun, die der Herbivoren grün; doch wird die gelbbraune Galle bei längerem Verweilen in der Gallenblase (nach längerer Entbehrung von Nahrungsmitteln) auch grün. In der Gallenblase unterliegt also das Pigment schon einem Oxydationsprocesse. Die Galle wird aber durch das längere Verweilen in der Blase auch concentrirter; bei Hunden und Katzen enthält z. B. das frische Lebersecret 5% fester Bestandtheile, die Blasengalle aber 10 ja 20%.

Abnorme Bestandtheile.

Albumin.

Albumin findet sich in der Galle im Embryonalzustande, zuweilen bei Fettleber, in der Bright'schen Krankheit und bei Leberabscessen.

Harnstoff.

Harnstoff tritt in der Galle bei Uraemie, also hauptsächlich in der Cholera und bei Bright'scher Krankheit, auf.

Bilifulvin und Haematoidin.

In der Galle, welche in Folge von Krankheiten lange Zeit in der Gallenblase stagnirt hat, findet man nicht selten Sedimente, die sich unter dem Mikroskop als grünliche und bräunliche Stängelchen, wurstförmige Moleciile, oder an einander gereihte Krystallchen zu erkennen geben; man hat diese Materie Bilifulvin genannt. Oft finden sich unter diesen

auch rubinrothe bis gelbrothe, rhomboïdale Krystalle, welche dem sonst nur in alten Blutextravasaten gefundenen Haematoïdin gleichen; jene stängelförmigen Molecüle verwandeln sich übrigens durch Eintrocknen oder Behandlung solcher Galle mit Aether in vollkommen haematoïdinähnliche Krystalle.

Vermehrt pflegen die festen Bestandtheile der Galle in folgenden Krankheiten zu sein: bei Herzfehlern und Unterleibskrankheiten, welche den Blutlauf in den grossen Venen verlangsamen, ferner in der Cholera, wo alle thierischen Flüssigkeiten durch Wasserverlust dichter werden. Wässriger ist dagegen die Galle gewöhnlich nach heftigen Entzündungen, bei hydropischen Affectionen, Typhus, Tuberculose und Diabetes; überhaupt scheint in diesen Zuständen der Wassergehalt der Galle in einem gewissen Verhältnisse zu dem des Blutes zu stehen. Veränderungen des Gehalts an festen Stoffen in Krankheiten.

Die Gallenconcremente, die so oft in der Gallenblase namentlich älterer Personen gefunden werden, sind hauptsächlich zweierlei Art; die eine Art enthält einen kleinern oder grössern Kern von Pigmentkalk, besteht aber hauptsächlich aus Cholesterin; selten pflegt letzteres zurückzutreten und das Concrement nur aus jener Pigmentverbindung zu bestehen. Eine zweite Art der Gallenconcremente ist dunkelgrün oder schwarz, enthält das Pigment in einer andern Modification, ist auch sehr kalkreich, aber fast frei von Cholesterin. Gallenconcremente.

Gallenconcremente, die wesentlich aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk bestehen, sind sehr selten.

Durch sorgfältige Untersuchungen der Menge und Constitution der in bestimmten Zeiten aus (Thieren künstlich beigebrachten) Gallenfisteln ablaufenden Galle ist man zu folgenden Resultaten über die Grösse der Lebersecretion gelangt. Bei verschiedenen Thieren stellt sich zunächst das Verhältniss so heraus, dass 1000 grm. Katze in 24 St. 14,5 grm. Galle (mit 0,816 grm. festen Bestandtheilen) aussondern, ein gleiches Körpergewicht Hund 20,0 grm. (mit 1,0 grm. f. B.), Schaaf 25,42 grm. (mit 1,34 grm. f. B.), Kaninchen 137,8 grm. (mit 2,47 grm. f. B.), Gans 11,78 grm. (mit 0,816 Absonderungsgrösse.

grm. f. B.) und Krähe 72,1 grm. (mit 5,256 grm. f. B.). Diese Angaben sind jedoch nur als ungefähre zu betrachten, da anderweitige Versuche wenigstens sehr erhebliche Abweichungen davon ergeben haben.

Schwankungen derselben nach Aufnahme der Nahrungsmittel.

Die Absonderung der Galle ist stetig, sie nimmt aber je nach den Zustande der Verdauung ab und zu. In der dritten Stunde nach Aufnahme der Nahrungsmittel nimmt die Gallensecretion zu; dieselbe steigert sich bis zur 13ten oder 15ten Stunde; von da an sinkt sie aber wieder schnell, so dass sie in der 24sten St. ungefähr ebenso gross ist, als 2 St. nach Aufnahme der Nahrungsmittel. Bei fortgesetztem Hungern nimmt die Menge abgesonderter Galle fortwährend ab, so dass sie z. B. bei Katzen nach 10tägigem Fasten auf den vierten Theil der Menge gesunken ist, welche die Secretion in der 24sten Stunde nach der letzten Fütterung lieferte.

Die Gallensecretion vermehrt sich ferner in entsprechender Proportion zur Menge der aufgenommenen Nahrung.

Einfluss der Qualität der Nahrung und

Auch die Qualität der genossenen Nahrung ist von Einfluss auf die Grösse der Gallensecretion. Fleischnahrung bedingt zahlreichen Versuchen nach eine reichlichere Absonderung von Galle als vegetabilische. Indessen haben andere Versuche andere Resultate gegeben; so wurden nach anderen Beobachtungen auf 10 grm. frischen Fleisches nur nur 1,204 grm. Galle, auf 10 grm. einen Tag alten Brodes 1,341 grm. Galle von einem Hunde abgesondert; wobei aber zu bemerken, dass die Galle bei Fleischfütterung 3,056 %, bei Brodfütterung aber nur 2,639 % fester Bestandtheile enthielt.

Reichlicher Fettzusatz zur gewöhnlichen Nahrung vermehrt die Gallenabsonderung erheblich; dagegen ist ausschliessliche Fütterung mit Fett so einflusslos auf diese Secretion, dass nicht mehr Galle als beim Hungern abgesondert wird.

Durch reichliche Wasseraufnahme wird die Quantität der abgesonderten Galle vermehrt; dieselbe wird aber dadurch nicht blos wässeriger, sondern es werden auch in gleichen Zeiten mehr feste Bestandtheile durch die Leber ausgeschieden.

Der Genuss kohlensauren Natrons vermindert die Gallenabsonderung bedeutend; durch Kalomelgebrauch wird sie vermehrt, jedoch so, dass die Galle nur wässriger wird, aber nicht mehr feste Bestandtheile als gewöhnlich ausgeschieden werden. *gewisser Arzneimittel und*

Fieberhafte Krankheiten vermindern die Gallenabsonderung. *Krankheiten auf die Gallenabsonderung.*

Die Function der Galle ist von jeher sehr verschieden gedeutet worden; namentlich hat man ihre Bedeutung für den Verdauungsprocess auf mannigfache Weise zu erklären versucht. Eine nicht abzuläugnende, aber gewiss nicht untergeordnete Function der Galle ist, die Säure des Magensaftes, welche mit den verdauten Speisen ins Duodenum gelangt, zu tilgen; zwar reagirt der Duodenalinhalt immer noch sauer, allein an die Stelle der Salzsäure und Milchsäure sind die sich im Darme bald zersetzenden harzigen Säuren der Galle getreten. *Function.* *Galle tilgt zum Theil die freie Säure des Magensaftes.*

Ein besonderes Lösungsvermögen für Chymusstoffe hat die Galle nicht; durch das Wasser aber, welches sich mit ihr reichlich in den Darm ergiesst, muss sie auf einzelne Chymusbestandtheile lösend wirken, während gewisse Gallenbestandtheile unlöslich werden. *Lösungsvermögen.*

Die Galle verhindert in gewissem Grade die faulige Zersetzung der Darmcontenta. Wird keine Galle in den Darm ergossen, so pflegen die Excremente und Dickdarmcontenta ausserordentlich übel zu riechen. *Antiseptische Wirkung.*

Von jeher hat man hervorgehoben, dass die Galle ein Lösungsvermögen für Fette besitze; ist dieses Vermögen auch beschränkt, so ist es doch keineswegs ganz abzuleugnen; namentlich ist von einem Bestandtheile der Galle, der Taurocholsäure, diese Fähigkeit durch directe Versuche erwiesen. Allein trotzdem ist das Lösungsvermögen der Galle für neutrale Fette so gering, dass sie durchaus nicht ausreichen würde, alles Fett, welches erwiesenermaassen im Darme zur Resorption gelangt, wirklich aufzulösen. Und doch wies die bekannte Erfahrung, dass Fettflecke mit Leichtigkeit durch Galle entfernt werden können, deutlich genug darauf hin, dass *Galle bedingt die Resorption der neutralen Fette.*

dieser thierische Saft einen Einfluss auf die Bewegung des Fetts in Geweben ausüben müsse. Directe Versuche bestätigten später die Ansicht, dass durch Galle veränderte Adhaesionsverhältnisse zwischen öligen Flüssigkeiten und wässrig feuchten Membranen bedingt werden; so steigt Oel in mit Galle befeuchteten Capillarröhrchen bedeutend höher, als in trockenen oder wässrig feuchten Röhrchen; in mit Galle imbibirte Membranen dringt Fett viel leichter ein, als in wässrig feuchte.

Während man auf diese Weise den Einfluss der Galle auf die Fettresorption zu erklären vermag, erweisen folgende Thatsachen, dass ohne Mitwirkung der Galle nur sehr wenig Fett wirklich zur Resorption gelangt. Bei Thieren, deren Galle mittelst Gallenfisteln vollständig nach aussen abgeleitet wird, findet man, dass ebensoviel Albuminate und Kohlenhydrate resorbirt werden, wie bei unverletzten Thieren; allein anders verhält es sich mit den Fetten; von diesen gelangt zwar auch etwas zur Resorption, wenn der Zutritt der Galle zum Darme abgeschlossen ist, allein die Menge des dann resorbirten Fetts ist 2½mal geringer, als bei freiem Zufluss der Galle zum Darme.

1 Klgrm. Hund resorbirt in 24 Stunden 0,5 bis 0,6 grm. Fett, während bei Abschluss der Galle in gleichem Falle ungefähr nur 0,1 grm. resorbirt werden.

Der Chylus mit Fett gefütterter Hunde enthält über 3% Fett, während sich im Chylus mit Gallenfisteln versehener Hunde nach Fütterung mit Fett fast nur Fettsäuren und zwar höchstens 0,8 % vorfinden. In einem andern Falle ward im Chylus eines mit Gallenblasenfistel versehenen Hundes, der viel Fleisch consumirte, nur 0,2% Fett gefunden, im Chylus eines unverletzten, gesunden Hundes, der nicht sehr fettreiches Fleisch erhielt, dagegen 3,2%. Die Wichtigkeit und die Wirkungsweise der Galle für die Fettresorption sind also durch diese Versuche ausser Zweifel gesetzt.

Bildung der Galle in der Leber.

Dass die Bildung der Galle erst in der Leber vor sich gehe, ist durch folgende Thatsachen erwiesen: bei Fröschen, denen man die ganze Leber exstirpirt hatte, war im Blute nicht ein einziger wesentlicher Gallenbestandtheil zu finden. Bei

keiner Krankheit, welche das Leberparenchym ergreift und somit die Gallensecretion unterdrückt, kommt Ikterus vor. Im Pfortaderblute findet sich kein einziger der wesentlichen Bestandtheile der Galle praeformirt. Während des langsamen Strömens des Bluts durch die Leber erleidet dieses so wesentliche Veränderungen (Vergleich des Pfortader- und Lebervenenblutes), dass hier an ein blosses Abseihen gewisser Blutbestandtheile durch die Leber (wie des Harns durch die Nieren) nicht gedacht werden kann.

Pankreatischer Saft.

Das Secret der Bauchspeicheldrüse ist eine farblose, klare, etwas klebrige Flüssigkeit, ohne Geschmack und Geruch, von ziemlich stark alkalischer Reaction, gerinnt beim Erhitzen sowohl als auf Zusatz von Alkohol oder Mineralsäuren. Das specifische Gewicht ist ziemlich schwankend, da je nach der Dauer der Absonderung bald mehr bald weniger feste Bestandtheile darin enthalten sind. *Die Concentration des pankreatischen Saftes steht* nämlich *im umgekehrten Verhältnisse zu den in einer bestimmten Zeit gelieferten Absonderungsmengen.* Man hat daher im Bauchspeichel des Hundes zwischen 1,62 und 11,56% fester Bestandtheile gefunden. Eigenschaften.

Der pankreatische Saft geht bei mittlerer Temperatur schon nach wenigen Stunden an der Luft in Fäulniss über; Stärkmehl wird durch denselben in wenigen Minuten in Zucker verwandelt und neutrale Fette in Glycerin und die entsprechenden Fettsäuren zerlegt.

Um pankreatischen Saft zu sammeln, kann man kein andres Mittel anwenden, als eine Fistel des Wirsung'schen Ganges anlegen, die auf den Hautdecken mündet. Gewinnungsweise.

Der Hauptbestandtheil des Bauchspeichels ist ein e i w e i s s a r t i g e r S t o f f, der weder mit Caseïn noch mit Albumin völlig identisch ist. Chemische Bestandtheile. Wesentlicher, proteïnartiger Stoff des Bauchspeichels.

Dieser Stoff gerinnt in der Hitze, wird durch Alkohol gefällt, allein das Praecipitat bleibt selbst nach längerem Auswaschen mit Alkohol in Wasser löslich; von Essigsäure wird

er gefällt, im Ueberschuss derselben langsam durch Erwärmen wieder aufgelöst. In dem festen Rückstande des Bauchspeichels finden sich ungefähr 78% dieses Stoffs.

Butterartiges Fett.

Neben einem *butterartigen Fette* findet sich im Bauchspeichel noch eine in Alkohol lösliche organische Materie in sehr geringer Menge.

Mineralstoffe.

Die Mineralstoffe des Bauchspeichels bestehen hauptsächlich aus Chlornatrium, phosphorsauren Alkalien und Erden, schwefelsaurem Alkali und kohlensaurem Kalk.

Absonderungsgrösse.

Die rücksichtlich der Absonderungsgrösse angestellten Versuche an Thieren haben Folgendes ergeben: 1 Klgrm. Hund sondert in 24 Stunden ungefähr 35 grm. Saft ab. Während der Zeit der Verdauung (bei Wiederkäuern nach Beendigung des Wiederkäuens) erreicht die Absonderung ihren Höhepunkt.

Schwankungen derselben.

Die Menge des abgesonderten Saftes ist vom Volumen des Pankreas unabhängig. Längeres Hungern, Erbrechen und operative Eingriffe vermindern die Menge abgesonderten Saftes; Aufnahme von fester Nahrung und besonders von Getränk erhöhen dieselbe beträchtlich.

Function.

Die Function des pankreatischen Saftes bei der Verdauung kann den obenerwähnten Eigenschaften zufolge eine zweifache sein: nämlich Stärkmehl in Zucker umzuwandeln und die Fette zu zersetzen, um sie resorbirbarer zu machen.

Stärkmehl wird in Zucker verwandelt.

Dass dieser Saft erstere Function bei der Verdauung wirklich ausübt, ist durch zahlreiche Versuche völlig ausser Zweifel gesetzt worden. Der pankreatische Saft besitzt diese Eigenschaft in weit höherem Grade als der Speichel; er ist bei niedern Temperaturen noch wirksam; weder Galle, noch Magensaft, noch freie Säuren hemmen diese Wirkung des Saftes.

Fette werden nicht dadurch zersetzt und zur Resorption gebracht.

Anders verhält es sich mit der Eigenschaft dieses Saftes, neutrale Fette zu zerlegen; diese verliert derselbe, sobald er mit freien Säuren, wie z. B. der des Magensaftes, in Berührung kommt; der pankreatische Saft kann daher auch nicht vorzugsweise dazu dienen, die neutralen Fette im Darme zu zerlegen; man findet auch in der That weder im Chymus noch in dem Chylus der Chylusgefässe erhebliche Mengen Fettsäu-

ren, sondern immer die neutralen Fette überwiegend. Auch nach Ableitung des pankreatischen Saftes nach aussen gelangt das mit der Nahrung aufgenommene Fett in denselben Mengen zur Resorption, wie bei freiem Zufluss dieses Saftes zum Darme.

Da der pankreatische Saft schon in der Mitte des Dünndarms vollkommen umgewandelt oder resorbirt worden ist, so ist auch nicht anzunehmen, dass im Ileum, wo oft neutrale oder alkalische Reaction des Inhalts eintritt, der neutrale oder alkalische Saft Fette noch zu zerlegen vermöge.

Darmsaft.

Diese von den schlauchförmigen Drüsen des Darmcanals (Lieberkühn'schen Drüsen und Dickdarmfollikeln) abgesonderte Flüssigkeit ist farblos, fadenziehend, von alkalischer Reaction; an morphotischen Elementen enthält sie granulirte Zellen, Zellenkerne, zuweilen auch etwas Fett und Cylinderepithelium. Eigenschaften.

Der filtrirte Darmsaft enthält durchschnittlich 3,2% fester Bestandtheile; er gerinnt nicht beim Kochen, wird durch Essigsäure nicht getrübt. Alkohol schlägt daraus eine organische Substanz nieder, die sich in reinem Wasser wieder auflöst, und deren Lösung weder durch Mineralsäuren noch durch Quecksilberchlorid, wohl aber durch essigsaures Bleioxyd gefällt wird. Chemische Bestandtheile.

Galle- und bauchspeichelfreien Darmsaft erhält man theils durch Unterbindung von Darmschlingen, aus denen man vorher durch Pressen den Inhalt möglichst entfernt hatte, oder aus Darmfisteln von Thieren, deren Galle und Bauchspeichel durch Fistelbildung nach aussen abgeleitet wird. Gewinnungsweise.

Die Menge des gesammten in gewissen Zeiten abgesonderten Darmsaftes lässt sich nicht genau bestimmen; doch hat man beobachtet, dass 5 bis 6 Stunden nach der Mahlzeit in den Dünndarm am reichlichsten Saft sich ergiesst, und dass nach Aufnahme von Getränk sich die Menge desselben sehr vermehrt. Absonderungsgrösse.

Function. Der Darmsaft dient rücksichtlich seiner **Function** gleichsam als Ersatz für die schon in der Mitte des Dünndarms unwirksam werdenden Verdauungssäfte, nämlich des Magensaftes und Bauchspeichels; er besitzt nämlich nicht blos, wie der letztere, die Fähigkeit, Stärkmehl sehr schnell in Zucker zu verwandeln, sondern auch Fleisch und andere Proteïnkörper trotz seiner alkalischen Reaction aufzulösen und resorbirbar zu machen. In unterbundenen Darmschlingen, in welche man Stärkmehl oder Kleister gebracht hat, ist schon nach 3 Stunden alles Stärkmehl in Zucker verwandelt und grösstentheils resorbirt. Fleischstücke oder geronnenes Eiweiss verschwinden aus solchen Darmschlingen nach 6 bis 14 St.

Stärkmehl wird in Zucker verwandelt, und geronnene Proteïnkörper aufgelöst.

Darminhalt.

Allgemeine Constitution. Der Darminhalt besteht selbst nach dem Genusse ziemlich einfacher Nahrungsmittel aus einem Gemenge unverdauter, unverdaulicher und bereits umgewandelter und zersetzter Stoffe, denen theils unzersetzte, theils bereits metamorphosirte Bestandtheile der Verdauungssäfte beigemischt sind.

Reaction auf Pflanzenfarben. Die **Reaction** des Darminhalts ist verschieden je nach der Stelle des Darmcanals, der er entlehnt ist, und je nach der Art der genossenen Nahrungsmittel. Der Inhalt des Magens röthet im normalen Zustande Lackmus stets, welche Nahrungsmittel auch genossen worden sein mögen; auch die Contenta des Duodenums reagiren trotz Zuflusses von Galle und Bauchspeichel noch sauer, jedoch weit minder intensiv; im Jejunum trifft man gewöhnlich noch schwach saure Reaction, während der Inhalt des Ileums neutral oder alkalisch ist, letzteres namentlich gegen das Coecum hin. Nach reinem Fleischgenuss pflegt aber die saure Reaction schon wenig unterhalb des Duodenums zu verschwinden und es tritt bald alkalische Reaction ein; nach Aufnahme vegetabilischer Nahrungsmittel erstreckt sich die saure Reaction oft bis über die Mitte des Dünndarms hinab, ja nach Zuckergenuss reicht sie bis ans Coecum. Der Dickdarminhalt reagirt in der Regel alkalisch, doch kommt es hier nicht selten vor, dass die äusseren, der

Darmfläche nahe gewesenen Theile alkalisch reagiren, während die inneren Theile desselben stark saure Reaction zeigen.

Dass die saure Reaction des Mageninhalts hauptsächlich von der freien Säure des Magensaftes, sei diese Salzsäure oder Milchsäure, herrühre, kann nicht bezweifelt werden; dieselbe Quelle hat auch die Säure, die wir im Duodenum finden, doch mögen dort die freigewordenen, noch unzersetzten Gallensäuren die Reaction eigentlich bedingen. Die freie Säure, die wir nach stärkmehl- und zuckerreichen Nahrungsmitteln im Dünndarme finden, ist directen Untersuchungen zufolge Milchsäure. Im Coecum und Colon findet nicht selten wahre Buttersäuregährung aus Stärkmehl und Zucker statt; daher die saure Reaction der innern Theile solcher Contenta. Dass die alkalische Reaction, wo sie auftritt, hauptsächlich von den alkalischen Verdauungssäften herrührt, bedarf kaum der Erwähnung; nur im Colon mag zuweilen Ammoniakbildung dieselbe mit bedingen. Ursachen der verschiedenen Reaction.

Wegen der schnellen Resorption lassen sich aus den Darmcontenta nur wenig lösliche Substanzen ausziehen; am häufigsten stossen wir auf Zucker, der von nichts anderem als dem Stärkmehlgehalte vegetabilischer Nahrungsmittel herrührt. Noch im Coecum findet man oft Zucker. Zucker

Immer trifft man im wässrigen Auszuge des Dünndarminhalts, möge animalische oder vegetabilische Nahrung genossen worden sein, coagulirbare Proteïnkörper an; da diese meist in lösliche, nicht gerinnbare Stoffe (Peptone) bei der Verdauung verwandelt werden, da der coagulirbare Stoff des pankreatischen Saftes bald wieder aus dem Darme verschwindet und selbst bei stickstofffreier Kost sich jene coagulirbaren Materien im Darme vorfinden: so ist mehr als wahrscheinlich, dass dieses Albumin in Folge endosmotischer Strömungen aus dem Blute ausgetreten ist. Gerinnbare Proteïnkörper.

Dextrin und wahre Peptone sind nur in höchst geringen Mengen nachzuweisen. Dextrin und Peptone.

Im alkoholischen Extracte der Darmcontenta findet man ausser Zucker, den freien Säuren und deren Alkalisalzen Gallenbestandtheile. Im Duodenum und unweit desselben Gallensäuren

lassen sich noch die gepaarten Gallensäuren nachweisen; je weiter man aber im Dünndarm herabgeht, desto weniger findet man von diesen, dafür aber Choloïdinsäure und Dyslysin; im Dickdarm findet man nur noch wenig Umwandlungsproducte, mehr in Aether lösliche Stoffe, die mit Schwefelsäure und Zucker die bekannte Gallenreaction geben, und endlich noch geringe Mengen von Taurin. Besondern Versuchen zufolge ist bis zur Mitte des Dünndarms schon die Hälfte der in den Darm ergossenen Galle zerlegt.

Taurin.

Fett.

Fett findet man sehr oft im ganzen Verlaufe des Darmcanals besonders nach animalischer Nahrung; bei fettreicher Nahrung geht Fett sehr gewöhnlich noch in die Excremente über.

Cholesterin.

Cholesterin ist ebenfalls in den Darmcontenta constant nachweisbar, wiewohl immer in sehr geringen Mengen.

Gallenpigmente.

Das Gallenpigment erleidet im Darmcanale allmählig dieselben Veränderungen, die wir an ihm bei der Fäulniss der Galle wahrnehmen. Die gelbe Farbe der Excremente rührt von ganz verändertem Gallenpigment her.

Die in den neutralen Menstruis unlöslichen Bestandtheile der Darmcontenta bestehen theils aus den von den Verdauungssäften herrührenden Zellenbildungen, theils aus unverdauten oder unverdaulichen Speiseresten.

Stärkmehlkörner.

Die Stärkmehlkörner sind um so kleiner, je tiefer sie in den Darmcanal hinabgelangt sind; oft findet man nur einzelne Häute derselben, gleich losen, geplatzten Blasen.

Muskelfasern.

Die Muskelfasern finden sich in den verschiedensten Phasen ihrer Umwandlung (*F.* T. 7, F. 3); oft findet man noch im Colon unveränderte Muskelprimitivbündel, dann kleinere parallelopipedische Stücke, an denen noch Querstreifung wahrzunehmen ist, die häufig nur an feiner, paralleler Punktirung zu erkennen ist; ferner treten anstatt der Querstreifung mehr Längsstreifen hervor; endlich bleibt eine hyaline Masse übrig, die nur an der parallelen Gruppirung einzelner hervortretender Punkte als Rudiment der Muskelfaser zu erkennen ist.

Knochenreste werden bei Hunden in den verschiedenen Parthien des Darmtractus oft gefunden. Knochenreste

Hefezellen kommen sehr gewöhnlich nach dem Genusse gebackner Nahrungsmittel vor. Hefezellen.

Nach vegetabilischer Nahrung sind fast alle morphotischen Bestandtheile des Pflanzengewebes zu erkennen; Pflanzengewebe. die Chlorophyllzellen bleiben gänzlich unverändert, die Parenchymzellen nur zuweilen isolirt; Spiralgefässe namentlich in den Excrementen oft wie praeparirt.

Die Gase, welche wir normaler oder abnormer Weise im Gase. Magen und Darmcanale finden, haben ihren Ursprung theils in der beim Kauen und Einspeicheln der Nahrung beigemengten atmosphaerischen Luft, theils in Zersetzungen der Darmcontenta. Darnach zeigen sich auch die Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der aus verschiedenen Darmparthien entlehnten Luft.

Im Gasgemenge des Magens findet man daher noch etwas *Sauerstoff* und ziemlich viel *Kohlensäure* neben *Stickstoff* mit Spuren von Wasserstoff; schon im Dünndarme ist aller Sauerstoff verschwunden, dagegen sehr viel Wasserstoff und Kohlensäure vorhanden; letztere Gase sind offenbar durch Zersetzung entstanden; ein Theil der Kohlensäure mag auch aus dem Blute ausgetreten sein. Im Dickdarme, wo sich die im Ileum begonnenen Zersetzungsprocesse nicht blos fortsetzen, sondern auch intensiver werden, finden deshalb auch häufigere Luftansammlungen statt. Hier treten zu der Kohlensäure und dem Stickstoff meist noch sehr erhebliche Mengen *Kohlenwasserstoff* nebst geringen Mengen *Schwefelwasserstoff*.

Was den Darminhalt des Foetus betrifft, so ist derselbe Darminhalt des Foetus. natürlich ebenfalls verschieden je nach der Stelle des Darmes, der er entlehnt ist. Im *Dünndarme* des menschlichen Foetus (vom fünften Monate an) findet sich eine hellgelbliche Masse von neutraler oder schwach saurer Reaction; diese Masse besteht grösstentheils aus Epithelialgebilden und Schleim (89 bis 96% des festen Rückstandes); das aetherische Extract derselben besteht aus Oelsäure, Margarinsäure und etwas noch verseifbarem Fett; im alkoholischen Extracte findet man Spuren har-

ziger Gallensäuren und Gallenpigments. Ausserdem trifft man viel Chloralkalien und eine dem Caseïn ähnliche Substanz an.

Der Inhalt des *Dickdarms* des sieben- bis neunmonatlichen Foetus gleicht fast vollkommen dem nach der Geburt entleerten Mekonium; er bildet braungrüne, fast schwarze, ziemlich compacte Massen, ohne Geruch und auffallenden Geschmack, an der Luft leicht faulend. Mekonium wie Dickdarminhalt sind meist von schwach saurer Reaction, selten neutral; sie enthalten hauptsächlich (unter dem Mikroskop grün gefärbt erscheinendes) Cylinderepithelium, Schleim und Fett, worunter viel Cholesterin; weder Gallensäuren noch Gallenpigment sind nachweisbar, so auch keine durch Hitze oder Essigsäure fällbare Materie.

Mekonium.

Darmcontenta werden oft durch Erbrechen entleert und zeigen dann nicht selten Charaktere, die wir am normalen Darminhalt nicht vorfinden. Dass das Erbrechen aus unverdauten und halbverdauten Nahrungsmitteln nebst beigemengten Verdauungssäften besteht, bedarf kaum der Erwähnung. Es ergiebt sich aber hieraus von selbst, dass, je später nach Aufnahme der Nahrungsmittel das Erbrechen erfolgt, diese um so veränderter sein werden. Die Umwandlungen, welche die erbrochenen Stoffe zeigen, können nun normale oder abnorme sein, d. h. wir können die gewöhnlichen Umwandlungsformen an den einfachen Nahrungsmitteln wahrnehmen, die bei normaler Verdauung gefunden werden oder andre Producte einer sauren Gährung. Erfolgt das Erbrechen längere Zeit nach Aufnahme der Nahrungsmittel, so dass auch der Duodenalinhalt mit entleert wird, so finden wir nicht blos die Animalien verändert, sondern auch die Vegetabilien. Häufiger haben aber die Speisen abnorme Veränderungen erlitten; namentlich ist dann das Stärkmehl und der daraus gebildete Zucker den mannigfachsten Gährungsprocessen unterlegen; einmal ist Milchsäure, ein andermal Essigsäure gebildet, oft tritt auch Buttersäure auf; zuweilen sind die erwähnten Kohlenhydrate in eine farblose, fadenziehende Masse verwandelt. Der verschiedene Grad der Zersetzung des von krankhafter Magenschleimhaut abgesonderten Secrets mag die Ursache der

Erbrochenes.

Abnorme Gährungsprocesse im Darme.

Verschiedenheit dieser Gährungsprocesse sein, deren Resultate wir in dem Erbrochenen finden. Ausser den Hefepilzen, die in dem Erbrochenen nichts seltenes sind, kommen auch zuweilen mikroskopische Algen von; diese bilden Platten, welche aus einer grössern oder geringern Zahl viertheiliger Zellen bestehen (letztere im Durchmesser ungefähr $^1/_{300}$ bis $^1/_{500}$'''); sie gleichen abgeschnürten Paketen, wurden ursprünglich Sarcina ventriculi genannt, sind aber wahrscheinlich identisch mit Merispomedia punctata *Meyen* und Gonium tranquillum und glaukum *Ehrenb.* (*F.* T. 7, F. 4.) Für eine besondere Magenaffection sind sie nicht charakteristisch. Sarcina ventriculi.

Flüssige, sehr wässrige Materien werden oft ausgebrochen, ohne dass Nahrungsmittel vorher genossen worden waren. Zuweilen rührt diese Flüssigkeit nur von Speichel her, welcher sich allmählig im Magen angesammelt hat; dann reagirt die Flüssigkeit oft alkalisch. Nicht selten aber findet auch Erbrechen einer wässrigen Flüssigkeit statt, die stark sauer reagirt; die Natur der freien Säure ist in solchen Fällen noch nicht exact untersucht worden. Wässrige erbrochene Massen.

Die reiswasserähnlichen Flüssigkeiten, welche in der Cholera erbrochen werden, sind von schwachem, aber widrigem Geruche, setzen weisse Flocken von Schleim und Epithelien ab. Die Flüssigkeit enthält wenig organische Stoffe gelöst, hauptsächlich Chlornatrium mit etwas schwefelsaurem Alkali. Im Beginn der Krankheit enthält die Flüssigkeit freie Buttersäure und Essigsäure; ist das Erbrochene frei von Speiseresten, so findet man bei saurer oder neutraler Reaction stets Harnstoff in der Flüssigkeit; ist diese alkalisch, wie sie bei bereits eingetretener Uraemie zu sein pflegt, so sind Ammoniaksalze und hauptsächlich kohlensaures Ammoniak vorhanden. Albumin findet sich in den sauren Flüssigkeiten spärlich, in den alkalischen etwas reichlicher. Abnorme Stoffe. Harnstoff. Ammoniaksalze.

Gallige Substanzen geben sich im Erbrochenen meist durch die grüne Färbung der Masse zu erkennen. Gallige Substanzen.

Blut im Erbrochenen ist nicht immer an der rothen Farbe und durch den Gehalt an Blutkörperchen zu erkennen; oft werden kaffeesatzähnliche oder chocoladenfarbene Massen er- Blut.

brochen, wenn das Blut längere Zeit im Magen verweilt hat; doch findet man dann immer noch rudimentäre Blutkörperchen und beim Einäschern der Massen grossen Eisenreichthum.

Zucker. Zucker findet sich nicht selten im Erbrochenen; besonders soll er aber in dem von Diabetikern vorkommen.

Fett. Fett wird nicht selten im Erbrochenen gefunden.

Feste Excremente. Nach dem, was bereits oben über die Contenta des Dickdarms gesagt worden ist, dürfte es kaum nöthig sein zu bemerken, dass die festen Excremente, die *Faeces*, bald mehr bald weniger aus unverdaulichen Speiseresten, Pflanzenzellgewebe, Sehnen, Häuten, Muskelprimitivbündeln u. dergl. bestehen, dass sie nur Spuren von zersetzten Gallenbestandtheilen enthalten, dass sie nicht arm an Epithelien, Schleim sind u. s. w. Der üble Geruch der Excremente scheint grösstentheils von zersetzter Galle und Schleim herzurühren; ihre Reaction ist meistens sauer, sehr oft auch alkalisch oder neutral. Die normalen menschlichen Excremente enthalten ungefähr 25% fester Bestandtheile (schwankend zwischen 7 und 31%).

Mengen der täglich entleerten festen Excremente. Ein Erwachsener entleert durchschnittlich etwa 150 grm. Faeces (schwankend zwischen 70 und 310 grm.), also mit diesen etwa 38 grm. fester Bestandtheile (schwankend zwischen 16 und 57 grm.).

Bestandtheile. Wenig lösliche Salze. Die festen Excremente enthalten durchschnittlich sehr wenig *lösliche Salze*; während die *getrockneten* Faeces des Menschen etwa 6,7% Mineralbestandtheile liefern, finden wir in diesen nur 1,54 Th. (23% der Asche) lösliche Salze.

Nur wenn die Speisen den Darmcanal abnormer Weise schnell durchlaufen, gehen grössere Mengen Salze mit denselben durch das Rectum ab. In den Excrementen ist in der Regel die Talkerde dem Kalk gegenüber vorwaltend d. h. die Kalksalze scheinen im Darme reichlicher absorbirt zu werden, als die Talkerdesalze; daher ist in den Excrementen das Verhältniss der Talkerde zum Kalk meist wie 1 : 2 oder 2½, während viel mehr Kalk in den Nahrungsmitteln enthalten ist. Viel phosphorsaure Talkerde. Kalk und Talkerde sind in den Faeces des Menschen und der Fleischfresser an Phosphorsäure gebunden. Phosphorsaures Talkerde-Ammoniak ist ein gewöhnlicher mikroskopisch leicht

nachweisbarer Bestandtheil der Excremente (bei neutraler oder alkalischer Reaction derselben); dieses Salz rührt nicht blos vom Talkerdegehalt der Nahrungsmittel her, sondern entsteht auch durch Zersetzung des Schleims, namentlich bei Diarrhoeen im Typhus, der Cholera u. s. w. (*F.* T. 7, F. 6).

Etwas Kieselsäure entweder als Sand oder als Gerüst unlöslicher Pflanzengewebe findet sich fast immer in den Excrementen. Kieselsäure.

Unzersetzte Gallenbestandtheile findet man in den Faeces nur, wenn die Contenta den Darm schnell durchlaufen, also bei katarrhalischen Diarrhoeen, nach salinischen Abführmitteln u. s. w. Taurin findet sich immer in den Excrementen. Frei von Galle sind die Excremente bei Verschliessung der Gallencanäle; sie sind dann schmutzig weissgrau, von sehr widrig fauligem Geruche und fettreicher als gewöhnlich. Unzersetzte Galle.

Die hellgelben, halbflüssigen Excremente der Säuglinge enthalten sehr viel Fett, ziemlich viel geronnenen aber noch unverdauten Käsestoff, Gallenfarbstoff noch so wenig zersetzt, dass er mit Salpetersäure das bekannte Farbenspiel giebt, auch Gallensäuren, die mit Zucker und Schwefelsäure die bekannte Reaction geben; an Epithelien fehlt es auch nicht. Gelbe Excremente der Säuglinge.

Zuweilen sind die Excremente *grün;* und zwar nach reichlichem Erguss der Galle in den Darm, namentlich wenn gleichzeitig viel freie Säure in demselben enthalten ist; daher gewöhnlich beim Ikterus der Neugebornen. Die Farbe rührt vom Gallenpigment her; neben diesen finden sich auch noch wenig veränderte Gallensäuren. Grüne Excremente.

Bekannt sind die grasgrünen Stuhlgänge nach Kalomelgebrauch; in solchen findet man Schwefelquecksilber, von dem bei seiner feinen Vertheilung die Farbe wenigstens zum Theil abhängig sein mag; es findet sich aber auch mehr unveränderte Galle in solchen Excrementen, als gewöhnlich.

Nach längerem Gebrauche von Eisenpraeparaten oder eisenhaltigen Mineralwässern sind die Excremente oft schwarz oder grün gefärbt; hier rührt die Farbe wesentlich von Einfach-

schwefeleisen her. Löst man Eisenoxydulalbuminat in Aetzkali und leitet Schwefelwasserstoff zu, so erhält man eine intensiv stahlgrüne Flüssigkeit von suspendirtem Schwefeleisen.

Grün erscheinen die Excremente auch nach Gebrauch von Indigo; schwarz nach Genuss von Heidelbeeren; lichtgelb nach dem Gebrauche von Rheum, Gummigutt und Safran.

Fettreiche, Fettreicher als gewöhnlich findet man die Excremente zuweilen bei Consumtionskrankheiten.

zuckerhaltige, Zucker trifft man zuweilen in den Faeces von Diabetikern.

Schwarz, chocoladenfarben, theerartig werden die Stühle gefunden, wenn Blut in denselben enthalten ist und dieses noch von dem obern Theil des Darmcanals herrührt; auch die halbflüssigen, grünen Excremente, die man zuweilen im Typhus und andern Krankheiten beobachtet, rühren von Blut her, welches mikroskopisch leicht zu erkennen ist.

blutige Excremente.

Albumin. Lösliches Albumin findet sich in den Stuhlgängen bei Dysenterie, Typhus und zuweilen auch in der Bright'schen Krankheit und Cholera.

Die grössten Massen von Epithelialgebilden findet man in den Dejectionen bei Cholera (*F.* T. 7, F. 5).

Cytoïde Körperchen. Cytoïde Körperchen sind sehr häufig in den Excrementen bei katarrhalischen Diarrhoeen, in der Dysenterie und zuweilen bei Typhus und Cholera.

Schleim. Glasartiger Schleim wird in den Excrementen bei Dickdarmkatarrh beobachtet; er rührt von den Follikeln des Colons her und enthält runde oder ovale, blasse oder granulirte Zellen und Zellenkerne.

Exsudate. Fibrinöse Exsudate kommen bei Follicularverschwärung und Dysenterie in den Faeces vor.

Darmconcremente. Die Darmconcremente, welche besonders häufig bei Herbivoren beobachtet werden, bestehen meist aus phosphorsaurer Talkerde, Ammoniak und kohlensaurem Kalk.

Bezoare. Bezoare sind Darmconcremente verschiedener, dem Geschlechte der Ziegen oder Gazellen angehöriger Thiere, welche theils aus *phosphorsaurem Talkerde - Ammoniak* und phos-

phorsaurem Kalk, theils aus *Lithofellinsäure*, theils aus *Ellagsäure* bestehen.

Hautsalbe.

Wir betrachten hier nicht blos die Secrete der über die ganze Haut verbreiteten Talgdrüsen, sondern zugleich auch die der Meibom'schen Drüsen, der Ohrenschmalzdrüsen, das Smegma praeputii, das Castoreum und die Vernix caseosa.

Alle diese Secrete enthalten mehr oder weniger morphotische Elemente, darunter vorzüglich kleinzelliges Epithelium aus den Hautdrüschen; gewöhnlich sind auch Epithelialzellen der Oberhaut beigemengt. Ausserdem finden sich in diesen Secreten, und zwar vorzugsweise in der Augenbutter und dem Ohrenschmalz, eigenthümliche, ovale, eckige oder rundliche Zellen von $1/200$ bis $1/140'''$, welche neben einem blassen Kern mit Kernkörperchen kleine dunkle, scharf contourirte Körnchen und einige deutliche Fetttröpfchen enthalten. Bei entzündlicher Reizung der Follikel werden auch cytoïde Körperchen (Schleim- oder Eiterkörperchen) abgesondert. Epithelium. Zellen.

Unter den chemischen Bestandtheilen der Hautsalbe findet sich stets eine noch nicht näher untersuchte Proteïnsubstanz, von welcher in der Vernix caseosa 4%, im Smegma praeputii über 5%, im canadischen Bibergeil 5,8% enthalten sind. Proteïnsubstanz.

Neutrale Fette sind in reichlicher Menge vorhanden; in der Vernix caseosa fand man 47,5 %, im Smegma praeputii 52,8%, im canadischen Castoreum 8,2%. Fette und Seifen.

Flüchtige Fettsäuren kommen in diesen Secreten nicht vor.

Im Smegma praeputii findet sich etwas Cholesterin, im Bibergeil das sog. Castorin.

Im Praeputialsecrete ist eine Ammoniakseife enthalten.

Im Castoreum finden sich besonders harzartige Stoffe, die jedoch noch nicht genauer untersucht sind; im frischen deut-

schen Bibergeil wurden davon 67,7%, im russischen 64,3%, in einem canadischen 41,34% gefunden.

Mineralstoffe. An löslichen Mineralstoffen ist nur wenig in diesen Secreten enthalten; sie bestehen aus Chlornatrium, Salmiak und phosphorsaurem Natron-Ammoniak; grösser ist die Menge der Erdphosphate (in der Vernix caseosa 6,5%, im Praeputialsecrete des Menschen 9,7%).

Wie sich fast von selbst versteht, ist der Wassergehalt dieser Secrete sehr wechselnd.

Von Phenylsäure ist eine Spur im Castoreum gefunden worden.

Im Praeputialsecrete der Pferde und im Castoreum ist Hippursäure und oft auch Benzoësäure enthalten.

Im Castoreum findet sich viel schwefelsaurer Kalk, im Praeputialsmegma des Pferdes kohlensaurer und oxalsaurer Kalk.

Schweiss.

Eigenschaften. Die Flüssigkeit, wie sie sich auf der Haut eines Schwitzenden in Tropfen sammelt, ist farblos, schmeckt salzig, hat verschiedenen Geruch, ist arm an festen Bestandtheilen, röthet frisch stets Lackmus.

Gewinnungsweise. Zur Untersuchung des Schweisses verschafft man sich das nöthige Material meistens dadurch, dass man den von reinen Schwämmen oder Geweben aufgesogenen Schweiss mit Wasser auszieht oder, wenn die Zeuge sehr feucht sind, auspresst. Um grössere Mengen Schweisses zu sammeln, bringt man am besten den Arm in einen luftdicht schliessenden Apparat von Glas, Gutta percha u. dergl. ein.

Bestandtheile. Epithelien. Dem normalen Schweisse sind gewöhnlich viel Epithelien beigemengt, so dass er, in grössern Mengen gesammelt, ganz trüb, fast milchig erscheint.

An festen Bestandtheilen enthält der Schweiss nach den Bestimmungen verschiedener Forscher 0,5 bis 2,2%, d. h. an solchen, die sich beim Verdunsten nicht verflüchtigen. Unter diesen nicht flüchtigen Bestandtheilen sind *Chlor-*

natrium und *Chlorkalium* überwiegend, so dass sie mehr als die Hälfte des festen Rückstandes ausmachen. Chloralkalien.

Phosphorsaure Alkalien finden sich im Schweisse nicht; auch Ammoniak und Ammoniaksalze kommen im frischen Schweisse niemals vor, sondern bilden sich erst durch Zersetzung stickstoffhaltiger Bestandtheile desselben; auch Ammoniakalkaloïde finden sich selbst in übelriechendem alkalischem Schweisse nicht.

Erdphosphate und Eisenoxyd, die man constant in der Schweissasche vorfindet, dürften nur von den dem Schweisse beigemengten Epithelien herrühren.

Dass das Fett des Schweisses nicht blos von den Talgdrüsen herrührt, sondern auch von den Schweissdrüsen mit abgesondert wird, geht daraus hervor, dass auch in dem Schweisse der Hohlhand, welche bekanntlich keine Talgdrüsen enthält, immer ein wenig Fett gefunden wird. Fett.

Die wesentlichsten Bestandtheile des Schweisses sind die flüchtigen Säuren, unter denen die *Ameisensäure* vorwiegt; geringer ist die Menge der *Essigsäure* und am geringsten die der *Buttersäure*. Ob auch Metacetonsäure und Capronsäure im Schweisse vorkommen, ist noch unentschieden. Flüchtige Fettsäuren.

Milchsäure ist im Schweisse nicht enthalten, wohl aber will man darin noch eine eigenthümliche, stickstoffhaltige Säure, $C_{10}H_8NO_{13}$, gefunden haben.

Harnstoff soll in geringen Mengen auch im Schweisse Gesunder vorkommen; gewiss ist, dass bei Uraemie im Schweisse, namentlich dem des Gesichts, sehr viel Harnstoff enthalten ist. Harnstoff.

Ob Albumin, Harnsäure und Zucker im Schweisse vorkommen können, ist durch sichre Beobachtungen noch nicht dargethan.

Die Farbstoffe, die man in seltneren Fällen im Schweisse beobachtet hat, sind völlig unbekannt. Farbstoffe.

Nur einige Stoffe gehen mehr oder weniger leicht in den Schweiss über, sehr leicht Benzoësäure und Zimmtsäure, weniger leicht Weinsäure und noch schwieriger Iodkalium. Andre zufällige Bestandtheile.

Salicin, Chinin und Milchzucker konnten im Schweisse nicht wieder gefunden werden.

Gase. Nächst der tropfbarflüssigen Absonderung beobachtet man durch die Schweissdrüsen auch eine Gasausscheidung, nämlich von Stickstoff und Kohlensäure; das Verhältniss zwischen beiden Gasen ist variabel, doch scheint auf 2 Vol. Kohlensäure 1 Vol. Stickstoff gewöhnlich ausgehaucht zu werden.

Absonderungsgrösse. Ueber die Grösse der Hautaussonderung haben die bisherigen Versuche noch nicht zu exacten Resultaten geführt; doch scheint die Hautaussonderung zur Lungenexhalation ungefähr in dem Verhältniss von 7 : 12 zu stehen.

Nach sehr ungefähren Berechnungen, auf wenig exacte Beobachtungen begründet, scheint ein Erwachsener im Dampfbade innerhalb einer Minute etwa 25 grm. tropfbarflüssigen Schweiss abzusondern.

Harn.

Der Harn ist eine vom thierischen Organismus durch die Nieren ausgeschiedene Flüssigkeit, welche gewisse bei der thierischen Stoffmetamorphose unbrauchbar gewordene oder dem Thierkörper von aussen zugeführte, den thierischen Functionen aber unzuträgliche, auflösliche, stickstoffhaltige und salzige Stoffe enthält. Es ergiebt sich hieraus von selbst, dass der Harn je nach den äussern oder innern Verhältnissen des Organismus mancherlei Verschiedenheiten in den physischen wie in den chemischen Eigenschaften zeigen wird.

Eigenschaften. Der normale menschliche Harn hat gewöhnlich folgende Beschaffenheit: er ist licht- oder dunkelbernsteingelb, vollkommen klar und durchsichtig, schmeckt bitterlich salzig, riecht schwach aromatisch, ist schwerer als Wasser (jedoch normaler Weise nicht mehr als 1,03), röthet Lackmus deutlich.

In reinen Gefässen zersetzt sich der Harn nicht leicht; bei ruhigem Stehen pflegt er ein geringes Schleimwölkchen abzusetzen; bei längerm Stehen wird er nicht nur nicht alkalisch, sondern seine saure Reaction nimmt zu (*saure Harngährung*); es scheiden sich dann gelbrothe unter dem Mikro-

Saure Harngährung.

skop rhombisch erscheinende, gelbe oder rothe Krystalle ab (*F.* T. 13, F. 4). Später, oft erst nach mehreren Wochen, besonders aber bei höherer Temperatur, grossem Wassergehalt und Reichthum an Schleim, bedeckt sich der Harn mit einem dünnen, fettglänzenden oder irisirenden Häutchen, von welchem Bruchstücke sich zu Boden senken; dem schleimigen Sedimente mischen sich schmutzig gelbweisse Flocken bei, die Farbe des Harns verblasst, seine Reaction wird alkalisch; (*alkalische Harngährung*) *F.* T. 13, F. 5 u. 6). Er beginnt einen widrig ammoniakalischen Geruch zu entwickeln; im schleimig weissgrauen Sedimente werden weisse Körnchen und farblose, starklichtbrechende prismatische Krystalle sichtbar. **Alkalische Harngährung.**

An morphotischen Bestandtheilen findet man im Harne am gewöhnlichsten Pflasterepithelium, namentlich aus der Harnblase; in grössern Mengen kommt dasselbe nur bei Blasenkatarrh vor, besonders solchem, wie er bei Scarlatina einzutreten pflegt. **Morphotische Bestandtheile.**

Schleimkörperchen sind in der Regel auch in der schleimigen Wolke solchen Harns, der einige Zeit gestanden hat, zu entdecken. Bei Blasenkatarrhen, Pyelitis, Gonorrhoeen, Prostataleiden vermehren sich die Schleimkörperchen oft so, dass sie den Harn trüb und milchig machen. **Schleimkörperchen.**

Nur in krankhaftem Harn finden sich jene schlauchförmigen oder cylindrischen Körper, welche aus den Harncanälen herrühren; man kann drei Arten derselben unterscheiden; nämlich erstens solche, welche aus dem Epithelialüberzuge der Bellini'schen Röhrchen bestehen, an denen die kleinen Zellen mit ihren Kernen wie honigwabenförmig gruppirt erscheinen; im Beginne der Bright'schen Krankheit und im Desquamationsstadium bei Erysipelas und Scarlatina am gewöhnlichsten beobachtet. Die zweite Art der Cylinder besteht aus frischem, meist granulirt erscheinendem Exsudat, in welchem mehr oder weniger Blut- und Eiterkörperchen zu erkennen sind. Eine dritte Form solcher Cylinder gleicht hyalinen Röhren, die ihrer Durchsichtigkeit halber oft schwer zu erkennen sind; sie sind reine Faserstoffcoagula (*F.* T. 14, F. 1. 2. 3). **Harncylinder.**

Saamenfäden. Saamenfäden finden sich im Harn am häufigsten nach Pollutionen oder Ausübung des Coitus.

Blutkörperchen. Blutkörperchen werden bei Entzündungen der uropoëtischen Organe häufig im Harn gefunden; nur unter ähnlichen Verhältnissen findet man auch grössere *Fibrincoagula*.

Fibrincoagula.

Fadenpilze. Eine Art Fadenpilz, nicht unähnlich der Mykoderma cerevisiae, nur erheblich kleiner (1/280 bis 1/330'''), findet sich nicht blos in Harn, der längere Zeit gestanden hat, sondern zuweilen auch in ganz frisch gelassenem Harne, wenn nämlich bei Katarrh der Harnblase schon innerhalb derselben Zersetzung des Harns eingeleitet worden ist (*F.* T. 13, F. 1. 2 u. 4 und T. 14, F. 4); Vibrionen und Monaden finden sich unter ähnlichen Verhältnissen im Harn.

Vibrionen.

Sarcina. Auch die Sarcina ventriculi Goodsir ist einige Male im Harn gefunden worden (vergl. S. 171).

Sedimente. Am häufigsten findet man im erkalteten Harn ein Sediment, welches in feinern oder gröbern Molecülen erscheint (*F.* T. 12, F. 6 und T. 13, F. 1 u. 2); dasselbe besteht aus harnsaurem Natron; und ist leicht daran kenntlich, dass es sich schon bei gelindem Erwärmen des Harns auflöst. Dieses Salz kommt im gewöhnlichen Harn in so geringer Menge vor, dass es darin auch beim Erkalten desselben gelöst bleibt; nur wenn der Harn sehr concentrirt ist oder wenn das Salz in grössern Mengen durch die Nieren ausgeschieden wird, erscheint es beim Erkalten des Harns. Man findet es daher in den meisten fieberhaften Zuständen und unter allen Verhältnissen, bei denen die Respiration oder vielmehr die Oxydation im Blute beeinträchtigt ist.

Harnsaures Natron.

Harnsäurekrystalle. Krystalle von freier Harnsäure finden sich im frischentleerten Harn selten (saure Harngährung tritt innerhalb der Blase selten ein); gewöhnlich scheiden sich die rhomboïdalen Krystalle freier Harnsäure erst nach kürzerm oder längerm Stehen des Harns aus; in krankhaftem, namentlich fieberhaftem Harn findet die Ausscheidung solcher Krystalle oft schon nach 2 bis 3 Stunden statt (*F.* T. 4, F. 2 u. 3 und T. 12, F. 4. 5 u. 6).

Harnsaures Ammoniak. Harnsaures Ammoniak findet sich nicht als alleiniger Bestandtheil eines Harnsediments; gewöhnlich sind ihm

Schleim, Tripelphosphatkrystalle und amorphe Molecüle phosphorsauren und kohlensauren Kalks beigemengt, indem es nur in Harn vorkommt, wenn derselbe der alkalischen Gährung unterlag; es bildet sich daher auch gewöhnlich erst ausserhalb des Organismus; nur bei veralteten Blasenkatarrhen und namentlich bei Blasenlähmung trifft man es im frischentleerten Harn. Mit blossem Auge erkennt man es im Sedimente als weisse, undurchsichtige Körnchen; unter dem Mikroskop erscheint es in schwarzbraunen, kaum durchscheinenden Kugeln, hie und da mit feinen Nadeln besetzt (*F.* T. 4, F. 5).

Phosphorsaures Talkerde-Ammoniak.

Krystalle von phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak (Tripelphosphat) kommen nur in neutralem und alkalischem Harne vor (*F.* T. 13, F. 3. 5 u. 6).

Oxalsaurer Kalk.

Die oktaëdrischen Krystalle oxalsauren Kalks (*F.* T. 1, F. 1 und T. 12, F. 6) kommen nicht selten im Harn vor; es ist nicht unwahrscheinlich, dass erst bei der sauren Harngährung sich die Oxalsäure aus andern Stoffen bildet; wenigstens wird der oxalsaure Kalk oft erst sichtbar, wenn Krystalle von Harnsäure sich ausgeschieden haben; indessen erscheinen oft auch wahre Sedimente von oxalsaurem Kalk im Harn, z. B. bei Rhachitis, nach epileptischen Krämpfen, in der Convalescenz von Typhus (hier meist bei gelindem Blasenkatarrh).

Cystin.

Zu den seltensten spontanen Niederschlägen des Harns gehört das schwefelreiche, in sechsseitigen Tafeln erscheinende Cystin (*F.* T. 5, F. 6). Von welchen pathologischen Processen das Erscheinen dieser Substanz im Harn abhängig sei, ist völlig unbekannt.

Gelöste Bestandtheile. Harnstoff.

Von den gelösten, chemischen Bestandtheilen des Harns ist der Harnstoff bei weitem der wichtigste. Dass die Ausscheidung dieses Stoffs durch den Harn sehr erheblichen Schwankungen unterliegt, ist bereits früher (S. 46) bemerkt worden. Besonders wurde hervorgehoben, dass die Art der Nahrung und neben dieser hauptsächlich die Menge gleichzeitig auszuscheidenden Wassers von dem wesentlichsten Einflusse auf die Mengen ausgeschiedenen Harnstoffs sind. Was zunächst den letztern Umstand betrifft, so haben Versuche an Menschen sowohl als an Thieren gelehrt, dass mit einer vermehrten Wasserausscheidung auch eine vermehrte

Mengenverhältnisse desselben.

Harnstoffexcretion verbunden ist. So wurden z. B. mit 1000 grm. Harn durchschnittlich 33 grm. Harnstoff in 24 St. entleert, mit 2000 grm. ungefähr 42 grm. und mit 3000 grm. etwa 50 grm. Das specifische Gewicht des Harns steht daher auch in einem gewissen Verhältniss zum Harnstoffgehalte oder zu der in einer gewissen Zeit ausgeschiedenen Harnstoffmenge. Ist z. B. das specifische Gewicht menschlichen Harns = 1,0135, wobei er 1,5% Harnstoff enthält, so sind 2730 grm. Harn in 24 St. ausgeschieden worden; ist dagegen das specifische Gewicht = 1,027 mit einem Procentgehalte an Harnstoff von 3,75, so sind nur 1075 grm. Harn ausgeschieden worden.

Bei verschiedener Nahrung. Wichtiger und auch in vieler Beziehung genauer erforscht ist der Einfluss der Nahrung auf die Mengen ausgeschiedenen Harnstoffs. Durch zahlreiche Versuche an Menschen und an Thieren sind folgende Verhältnisse ziemlich ausser Zweifel gesetzt: Nach Genuss von Fleisch und andrer stickstoffreicher Nahrung wird nicht aller in derselben enthaltene Stickstoff unter der Form von Harnstoff ausgeschieden; beträgt die stickstoffhaltige Nahrung soviel, dass sie gerade zum Wiederersatz der unbrauchbar gewordenen Organtheile dient, so wird oft $1/3$ des aufgenommenen Stickstoffs auf andern Wegen und auf andre Weise, als durch Harnstoffbildung ausgeschieden; nur $2/3$ jenes Stickstoffs treten im Harn als Harnstoff auf. Wird mehr stickstoffhaltige Nahrung aufgenommen, so tritt eine erhebliche Vermehrung des Harnstoffs im Harn ein; jenes Deficit an Harnstoff bleibt sich, absolut genommen, gleich; allein im Verhältniss zu der ausgeschiedenen Menge Harnstoff kann es $1/6$ bis $1/8$, ja nur $1/50$ betragen. Dabei pflegt aber oft auch ein Theil der aufgenommenen stickstoffhaltigen Nahrung im Körper zurückzubleiben und dort zur Bildung von Zellen und Geweben verwendet zu werden; man findet daher in solchen Fällen noch weniger Harnstoff als man der Menge des aufgenommenen stickstoffhaltigen Materials nach hätte erwarsollen.

Dass auch während des Hungerns fortwährend durch den Harn Harnstoff ausgeschieden wird, ist eine allseitig constatirte Thatsache; bemerkenswerth ist aber, dass die Abscheidung des Harnstoffs, die doch bei Mangel an stickstoffhaltiger

Nahrung nur von dem Verbrauch der Organtheile herrührt, erheblich geringer wird, wenn stickstofffreie Nährstoffe, z. B. Fett oder Amylon, aufgenommen werden.

Wie nach Aufnahme von Proteïnkörpern wird auch nach Genuss von Leim die Menge des Harnstoffs im Harn sehr bald vermehrt, jedoch immer in directem Verhältniss zur Menge aufgenommenen Glutins, d. h. nichts wird vom Glutin im Körper zurückgehalten; ohne zur Reintegration von Organtheilen verwendet worden zu sein, wird dasselbe im Blute zerlegt, so dass der Harnstoff als Spaltungsproduct in den Harn übergeht.

Mehrern Beobachtungen nach bedingt eine reichliche Aufnahme von Chlornatrium eine vermehrte Ausscheidung des Harnstoffs durch den Harn.

Bei Verschiedenheit der Blutbewegung.

Beschleunigte Bewegung des Blutes, sogenannte fieberhafte Aufregung, sei sie bedingt durch gewisse arzneiliche Substanzen oder durch Trennung der beiden Vagi, zieht, einigen Beobachtungen nach, eine reichliche Ausscheidung von Harnstoff nach sich; verlangsamte Blutbewegung dagegen eine Verminderung der abgesonderten Harnstoffmengen.

Harnsäuremengen.

Die Harnsäure, welche, wie oben erwähnt, sich meist an Natron gebunden findet, kommt im menschlichen Harn normaler Weise nur in geringen Mengen vor, durchschnittlich etwa zu 0,1%. In 24 St. entleert ein Erwachsener 0,5 bis 0,9 grm. Harnsäure. Von der Natur der genossenen Nahrungsmittel ist ihre Menge im Harn weit weniger abhängig, als von innern Zuständen des Organismus. In allen den Fällen, wo die Ernährung beeinträchtigt ist, bei gestörter Verdauung, Leiden der Respirationsorgane, bei allen fieberhaften Bewegungen nimmt die Menge der Harnsäure im Harn zu. Im Harn fleischfressender Säugethiere kommt die Harnsäure nur in geringen Mengen vor, in dem pflanzenfressender gar nicht; reichlich findet sie sich im Harn der Schlangen, Vögel und Insecten. Der Harn noch saugender Kälber enthält keine Hippursäure, sondern Harnsäure und Allantoïn.

Hippursäure.

Die Hippursäure (*F.* T. 4, F. 1), die man neuerlich auch künstlich aus Benzoylchlorür und Zinkoxyd-Glycin dargestellt hat, ist hauptsächlich im Harn pflanzenfressender

Säugethiere enthalten und kommt auch im Harn des Menschen bei vegetabilischer wie gemischter Kost constant vor. Sie ist im menschlichen Harn kaum in grösserer Menge als die Harnsäure gefunden worden. Wie sich ihre Mengen in pathologischen Zuständen verhalten, ist fast noch völlig unbekannt; im diabetischen Harne findet sie sich ebenso constant, wie in normalem. Nach Genuss von Benzoësäure wird die Menge der Hippursäure erheblich vermehrt.

Kynurensäure.

Kynurensäure, deren chemische Zusammensetzung noch nicht genauer erforscht ist, hat man bis jetzt nur im Harn der Hunde in sehr geringen Mengen gefunden.

Kreatin und Kreatinin.

Kreatin und Kreatinin sind integrirende Bestandtheile des Harns; genauere quantitative Bestimmungen derselben sind aber noch nicht ausgeführt.

Ameisensäure.

Ameisensäure kommt zuweilen im Harne gesunder Personen obwohl in sehr geringen Mengen vor.

Milchsäure.

Milchsäure findet sich nicht im normalen menschlichen Harn; jedoch stellt sie sich sehr bald ein, namentlich wenn die Oxydation im Blute einigermaassen gehemmt ist; daher bei Störungen der Verdauung, der Respiration, der Ernährung, darum auch in allen fieberhaften Zuständen; indessen ist hierbei nicht ausser Acht zu lassen, dass im Harn bei der sauren Gährung desselben sich Milchsäure erzeugt. Im Harn der pflanzenfressenden Thiere kommt sie namentlich bei Stallfütterung vor.

Extractivstoffe.

Die Extractivstoffe, d. h. chemisch noch nicht genauer bekannte Materien, kommen im Harn in sehr variabeln Mengen vor; besonders nehmen sie in Krankheiten zu. Bemerkenswerth ist, dass Kinder relativ zu ihrem Körpergewichte in 24 Stunden weit mehr Extractivstoffe entleeren als Erwachsene; so excernirt ein Kind auf 1 Klgrm. seines Körpergewichts in 24 St. ungefähr 0,35 grm., dagegen ein Erwachsener nur 0,15 grm. Auch beim Hungern erscheinen die Extractivstoffe noch in grosser Menge im Harn, so dass ihre absolute Menge die des Harnstoffs übertrifft.

Omichmyloxyd.

Das Omichmyloxyd gehört als noch nicht genau erforschte Substanz zur Zeit noch zu diesen Extractivstoffen.

Nicht minder unbekannt sind die **Farbstoffe** des Harns; soviel Aufmerksamkeit man sowohl den normalen als den abnormen auch geschenkt hat, so haben sie doch weder in chemischer noch in diagnostischer Hinsicht ein besondres Interesse erlangt. Zweierlei solcher Pigmente sind im normalen Harn wenigstens zu unterscheiden. Farbstoffe.

Chlornatrium und **Chlorkalium** finden sich in reichlichen Mengen, so dass ein Erwachsener in 24 St. allein gegen 10,5 grm. Chlor ausscheidet. Am meisten Chlor wird Nachmittags (nicht unmittelbar nach der Mahlzeit) gefunden, in der Nacht bedeutend weniger, gegen Morgen etwas mehr. Körperliche Bewegung vermehrt die Ausscheidung des Chlors; die meisten Krankheiten, ja schon geringe Unpässlichkeit vermindern sie. Werden auch keine Chlorverbindungen von aussen aufgenommen, so wird doch immer etwas an Alkalimetalle gebundenes Chlor ausgesondert. Wird viel Chlor von aussen aufgenommen, so wird bald auch mehr als gewöhnlich durch den Harn ausgeschieden, allein nicht alles; der Rest muss auf andern Wegen den Organismus verlassen. Chloralkalien.

Die Verminderung, ja das gänzliche Verschwinden des Chlors im Harn ist besonders in den Krankheiten bemerklich, welche mit Ausscheidung grösserer Exsudate verbunden sind, z. B. bei acutem Hydrops, acuter Bright'scher Krankheit, acuter Tuberculose, bei heftigen Diarrhoeen, in der Cholera, dem Typhus und vorzugsweise bei Pneumonie. Völliges Verschwinden derselben.

Schwefelsaure Salze finden sich stets, obwohl in sehr variabeln Mengen im Harn. Ein Erwachsener entleert durchschnittlich in 24 St. 2,1 grm. Schwefelsäure, d. i. 0,032 grm. auf 1 Klgrm. seines Körpergewichts. In der Verdauungszeit steigt die Menge der ausgeschiedenen Schwefelsäure, in der Nacht sinkt sie und erreicht Vormittags ihr Minimum. Nur sehr starke, körperliche Bewegung oder psychische Erregung vermehrt die Ausscheidung von Sulphaten. Fasten vermindert in den ersten 24 Stunden die Ausscheidung nicht. Schwefelsaure Alkalien, rein eingenommen, werden in den nächsten 18 bis 24 St. vollständig wieder ausgeschieden. Ueber die Schwankungen der Schwefelsäureexcretion in Krankhei- Sulphate.

ten fehlt es noch an solchen Beobachtungen, die zu sichern Resultaten geführt hätten.

Phosphate. Im normalen Harn ist ferner saures phosphorsaures Natron enthalten, von welchem hauptsächlich die saure Reaction des Harns abhängig ist; neben diesem findet sich phosphorsaurer Kalk und Talkerde stets in nicht geringen Mengen.

Ein Erwachsener scheidet durch den Harn in 24 Stunden durchschnittlich 3,2 bis 5,2 grm. Phosphorsäure aus (0,64 grm. auf 1 Klgrm. Körpergewicht). Nach Aufnahme von Nahrungsmitteln steigt die Menge der ausgeschiedenen Phosphorsäure erheblich; des Nachts wird bedeutend mehr Phosphorsäure ausgeschieden als des Morgens, nach reichlichem Genusse von Proteïnkörpern wird die Menge der excernirten Phosphate sehr vermehrt, beim Fasten dagegen sehr vermindert. Ueber die Schwankungen im Phosphorsäuregehalte des Harns in Krankheiten ist man noch nicht zu übereinstimmenden Resultaten gelangt; nur soviel scheint gewiss, dass bei acuten Affectionen der Nervensubstanz die Phosphate in grössern Mengen im Harn gefunden werden. — An phosphorsauren Erden werden vom Erwachsenen in 24 St. ungefähr 1,0 grm. ausgeschieden; jedoch unterliegt diese Zahl hauptsächlich je nach der Natur der Nahrungsmittel sehr grossen Schwankungen. Im Harne kleiner Kinder und in dem Schwangerer nimmt die Menge des Kalkphosphats oft erheblich ab; bei letzteren (namentlich im 6. bis 8. Monate der Schwangerschaft) zuweilen so, dass oft kein Kalk mehr nachgewiesen werden kann. Im normalen Menschenharn ist das Verhältniss von phosphorsaurem Kalk zu phosphorsaurer Talkerde ebenfalls ziemlich schwankend, jedoch durchschnittlich = 15 : 7.

Eisen und Kieselsäure. Eisen und Kieselsäure finden sich gewöhnlich nur spurweise im Harn.

Gase. Auch im Harn sind Gase aufgelöst, vorzugsweise Kohlensäure und etwas Stickstoff.

Freie Säure. Die freie Säure des Harns unterliegt selbstverständlicher Weise auch mannigfachen Schwankungen. Die freie Säure, welche ein Erwachsener in 24 St. entleerte, entspricht

ungefähr 2,3 grm. Oxalsäure. Während der Verdauungszeit ist die Menge der freien Säure im Harne eine mittlere, in der Nacht erreicht sie ihr Maximum, in den Vormittagsstunden ihr Minimum.

Verhältnisse der Wasser-abscheidung.

Die Quantität des Wassers im Harn ist selbst unter physiologischen Verhältnissen ausserordentlich verschieden. Leider fehlt es noch an genauen Versuchen, durch welche der Einfluss jedes einzelnen physiologischen Moments auf die Grösse der Wasserausscheidung durch die Nieren ermittelt worden wäre. Nach den Erfahrungen der Mehrzahl der Beobachter scheinen nach dem Genusse grösserer Quantitäten Wasser auch etwas mehr feste Bestandtheile mit dem Harn ausgeschieden zu werden. In ungefähr 6 Stunden ist die überflüssig aufgenommene Wassermenge wieder entfernt. Nach bedeutender Wasserzufuhr zum Blute, z. B. durch Injection in die Venen, wird die Harnabsonderung keineswegs in entsprechender Weise vermehrt. Nach einem kalten Bade wird am meisten Wasser durch die Nieren ausgeschieden. Kurz nach einer Mahlzeit wird absolut und relativ weniger Wasser und mehr feste Bestandtheile durch den Harn ausgeschieden.

Dass die Art des Stuhlgangs, die reichlichere oder geringere Transspiration, welche wiederum von der äussern Temperatur, dem Feuchtigkeitsgrade der Atmosphaere, von körperlicher Bewegung u. s. w. abhängig ist, von wesentlichem Einfluss auf die Wasserausscheidung sind, ist an sich klar; allein durch genauere Untersuchungen ist die Grösse des Erfolgs jedes wirkenden Moments noch nicht ermittelt.

Zufällige Bestandtheile.

Viele zufällig oder absichtlich dem Organismus zugeführte Stoffe gehen in den Harn unverändert über, andre erleiden Umwandlungen und noch andre gehen gar nicht in jenen über. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass nur solche (nicht zu den Nährstoffen gehörige) Substanzen in den Harn übergehen, welche in Wasser leicht löslich sind und mit den Bestandtheilen des Thierkörpers keine unlöslichen Verbindungen eingehen und die überhaupt nicht leicht oxydirbar oder zersetzbar sind. Daher gehen salpetersaure, chlorsaure, borsaure, kohlensaure, kieselsaure Alkalien, Chlor-, Brom- und Iodkalium und Iodnatrium unverändert in den Harn über,

während z. B. Schwefelkalium oxydirt wird und als schwefelsaures Kali im Harn erscheint. Viele Materien, welche mit thierischen Stoffen, namentlich mit Albuminaten, unlösliche Verbindungen bilden, treten nur dann in den Harn über, wenn sie dem Körper in sehr grossen Mengen zugeführt wurden; hieher gehören z. B. alle Metallsalze.

Viele organische Substanzen erleiden im thierischen Organismus dieselben Umwandlungen, die man durch verschiedene Oxydationsmittel zu erzielen vermag; dann erscheinen nur die Oxydationsproducte im Harn, z. B. beim Salicin. Manche werden vollständig zu Kohlensäure und Wasser oxydirt und sind daher nicht einmal in ihren Zersetzungsproducten in den Excreten nachweisbar, z. B. Mannit, Chinon und dergl. So gewöhnlich aber Oxydation der aufgenommenen Materien stattfindet, so stossen wir doch auch zuweilen auf Desoxydationen hoch oxydirter Stoffe; so erscheint Kaliumeisencyanid als Cyanür im Harn.

Rhodankalium, Kaliumeisencyanür, Barytsalze und Ammoniaksalze gehen unverändert in den Harn über, ebenso die meisten organischen Säuren. Gerbsäure wird indessen in Gallussäure umgewandelt, Benzoësäure und Zimmtsäure gehen in Hippursäure über; Harnsäure wird in Harnstoff, Oxalsäure, Kohlensäure und Wasser zersetzt. Die neutralen pflanzensauren Alkalien erscheinen im Harn als kohlensaure wieder, weshalb der Harn schon bald nach deren Aufnahme alkalisch wird.

Chinin und Harnstoff gehen unverändert in den Harn über; dagegen sind Anilin, Theeïn, Theobromin, Allantoïn, Alloxanthin, Amygdalin, Asparagin, Phlorrhizin im Harn nicht wieder nachzuweisen. Salicin verwandelt sich im Organismus in Saligenin, salicylige Säure und Salicylsäure, welche im Harn erscheinen. Die meisten Farbstoffe und Riechstoffe gehen unverändert oder wenig modificirt in den Harn über. Im Harn erscheinen nicht wieder: Campher, Harze, brenzliches Oel, Moschus, Alkohol, Aether, Coccusroth, Lackmus, Saftgrün und Alkannafarbstoff.

Die Schnelligkeit, mit welcher manche Stoffe, den thierischen Organismus durcheilend, im Harn erscheinen, ist sehr

verschieden; doch ist sie in der Regel um so grösser, je löslicher und indifferenter gegen die thierischen Substanzen ein Stoff ist. Iodkalium erscheint oft schon nach 4 bis 10 Minuten im Harn. Ebenso verschieden ist die Zeit, während welcher ein Stoff im Organismus verweilt; sie ist durchschnittlich um so geringer, je löslicher und indifferenter der Stoff ist, steht also ziemlich im geraden Verhältnisse zur Schnelligkeit des Uebergangs in den Harn. Schnelligkeit des Uebergangs gewisser Substanzen in den Harn.

In Krankheiten treten im Harn auch zuweilen abnorme Bestandtheile auf; sie sind: Abnorme Bestandtheile.

Albumin; dieses tritt aus dem Blute in den Harn über, erstens bei Störung des Blutlaufs in den Capillaren der Nieren, wie sie durch Herzleiden, Lungenleiden oder Geschwülste im Unterleibe bedingt wird, ferner bei höhern Graden von Wässrigkeit des Bluts, daher gewöhnlich bei gleichzeitiger Wassersucht, ferner bei Nierenkatarrh und Bright'scher Nierendegeneration, sei diese von den Erscheinungen der Uraemie begleitet oder nicht. Albumin.

Das Caseïn, welches man in chylösem Harne gefunden zu haben glaubt, ist noch nicht mit wissenschaftlicher Bestimmtheit nachgewiesen worden. Caseïn.

Fett findet sich im Harn nur in sehr geringen Mengen, ja oft gar nicht vor; am gewöhnlichsten noch trifft man es nach Genuss sehr fettreicher Nahrungsmittel an. Nicht selten erscheinen einzelne Fetttröpfchen im Harn bei Krankheiten, die mit schneller Abmagerung verbunden sind, besonders im sogenannten chylösen Harn. Bei Bright'scher Krankheit, namentlich wenn bereits die Fettmetamorphose in den Nieren eingetreten ist, findet man nicht selten in den Harncylindern viel Fetttröpfchen und solche auch frei im Harn suspendirt. Fett.

Unter physiologischen Verhältnissen geht Zucker nur höchst selten so in den Harn über, dass er nachweisbar ist; man hat ihn dann nur nach Aufnahme viel zuckerreicher Nahrungsmittel gefunden; es ist aber hierbei daran zu erinnern, dass Zucker sich im Harn ausserordentlich schnell zersetzt, und dass er daher wahrscheinlich oft schon in der Harnblase zersetzt ist oder während der chemischen Behandlung bereits Umwandlungen erleidet. Es mag also wohl weit öfter Zucker Zucker.

durch die Nieren in den Harn übergehen, ohne dass derselbe chemisch nachweisbar wird. Versuchen an Thieren zufolge scheint unter normalen Verhältnissen Zucker nur dann in den Harn überzugehen, wenn derselbe sich im Blute bis zu 0,4 und 0,5% angehäuft hat. Im Diabetes mellitus geht Zucker in den Harn über, während das Blut viel ärmer an Zucker ist als in den ebenangeführten physiologischen Versuchen. Ausser im Diabetes findet man zuweilen Zucker im Harn bei gestörter oder schnell gehemmter Milchabsonderung, bei Bright'scher Nierendegeneration und bei verlangsamtem Blutlauf in den Capillaren der Nieren.

Gallenpigment und Gallensäuren. Gallenpigment und Gallensäuren kommen im Harn fast bei allen Arten von Ikterus vor; merkwürdig ist, dass zuweilen auch bei Pneumonien Gallensäuren in den Harn übergehen, ohne dass neben diesen Gallenpigment gefunden wird.

Buttersäure. Buttersäure kommt in geringen Mengen nur selten im Harne vor.

Ammoniaksalze. Ammoniaksalze werden in gesundem, frischem Harne nicht gefunden; sie bilden sich in der Regel erst bei der sauren und besonders bei der alkalischen Gährung des Harns; in saurem krankhaftem Harn ist das Vorkommen des Ammoniaks nicht selten, z. B. bei Typhus, Blattern, Scharlach. In alkalischem Harn ist Ammoniak fast constant enthalten; denn entweder rührt die alkalische Reaction direct von Ammoniak her, welches sich namentlich bei Blasenkatarrh in Folge der Harnstoffzersetzung gebildet hat, oder von in den Harn übergegangenen kohlensauren Alkalien, welche sehr bald zersetzend auf den Harnstoff einwirken; daher kommt bei pflanzenfressenden Thieren, welche alkalischen Harn absondern, und bei Menschen nach Genuss kohlensaurer oder organischsaurer Alkalien, wenn sie den Harn alkalisch machen, immer etwas Ammoniak vor (s. oben S. 181 harnsaures Ammoniak und phosphorsaures Talkerde-Ammoniak).

Salpetersäure. Ob Salpetersäure im Harn erscheinen könne, ohne von aussen eingeführt zu sein, ist noch sehr zweifelhaft; gewiss ist aber, dass die Behauptung, nach Aufnahme von Am-

moniaksalzen finde sich Salpetersäure im Harne, auf einem Irrthume beruht.

Abonderungsgrösse.

Auf die Grösse der Harnabsonderung wirken eine solche Zahl verschiedener äusserer und innerer Bedingungen ein, dass diese weder im Allgemeinen noch im speciellen Falle vollständig übersehen werden können. Während man von den entferntern Einflüssen auf die Harnabsonderung und ihren Beziehungen zur Grösse derselben sich wohl eine ungefähre Vorstellung machen kann, sind wir doch über die nächsten Bedingungen der Harnabsonderung und ihrer Grössenveränderungen noch keineswegs völlig aufgeklärt.

Bedingungen der Harnabsonderung.

Im Bezug auf die letztern sind besonders zwei Momente zu berücksichtigen, nämlich die mechanischen Bedingungen des Durchtritts des Harns durch die Nieren und die Constitution des Bluts.

Mechanische Bedingungen derselben.

Wir haben schon oben erwähnt, dass bei verlangsamtem Blutlauf in den Capillaren Eiweiss in den Harn tritt; es hängt nun gewiss überhaupt von der Schnelligkeit des Blutlaufs in den feinern Nierengefässen ab, ob viel oder wenig feste Bestandtheile aus den Malpighi'schen Gefässknäueln in die Canaliculi contorti übertreten. Da die aus den Malpighi'schen Körperchen ausführenden Gefässe einen geringern Durchmesser haben, als die jene Körperchen bildenden: so muss in erstern ein erhöhter Druck auf die Wände stattfinden, vermöge dessen die Urinabsonderung wohl zunächst bedingt wird; durch die die Canaliculi contorti umspinnenden Gefässe wird dem in jenen befindlichen Harn wieder Wasser entzogen und dieser dadurch concentrirter. Nun ist aber durch directe Versuche erwiesen, dass der Seitendruck im arteriellen System der Nieren einen wesentlichen Einfluss auf die Harnabsonderung ausübt; bei erhöhter Spannung des Bluts in jenen Gefässen nimmt die Harnabsonderung zu, im umgekehrten Falle ab.

Da in den Canaliculis contortis die ausgesonderte Flüssigkeit wieder Wasser ans Blut abgiebt, so ist erklärlich, warum schnell abgesonderter Harn wässrig, langsam abgesonderter concentrirt ist, und warum der Harn niemals einen gewissen Concentrationsgrad übersteigt.

Nerveneinfluss.

Dass die Spannung im Gefässsystem vom Nerveneinflusse, von Blutleere u. s. w. ab-

hängig ist, braucht kaum erwähnt zu werden. So haben directe Versuche gelehrt, dass bei Erregung der Nervi vagi die Spannung im arteriellen Systeme abnimmt und darnach die Harnabsonderung vermindert wird.

Einfluss der Beschaffenheit des Bluts. Weniger sorgfältig ist das Verhältniss der Beschaffenheit und Zusammensetzung des Bluts auf die Harnabsonderung untersucht worden, obgleich es an sich klar ist, dass, je mehr excernirbare Harnbestandtheile im Blute enthalten sind, je wässriger das Blut ist, desto mehr Harn ausgeschieden werden muss.

Schwankungen in den Mengen abgesonderten Harns. Die Menge des täglich von einem erwachsenen Manne entleerten Harns kann zwischen 550 und 3500 grm. schwanken, doch werden durchschnittlich von solchen 1200 bis 1500 grm. entleert. Auf 1 Klgrm. Körpergewicht entleert ein Erwachsener durchschnittlich 26 grm., ein Kind dagegen 47 grm. Nach eingenommener Mittagsmahlzeit pflegt die excernirte Urinmenge am grössten zu sein, in der Nacht fällt sie und hebt sich wieder in den Vormittagsstunden. Wenn bei der Gesammtmenge des Harns der verschiedene Wassergehalt jene Schwankungen hauptsächlich bedingt, so ist doch auch die Zahl der mit dem Harn excernirten festen Bestandtheile erheblichen Schwankungen unterworfen; es können von einem Erwachsenen je nach der Menge und der Natur aufgenommener Nahrungsstoffe in 24 St. 40 bis 80 grm. fester Materien durch den Harn ausgeschieden werden. Da in den Harn hauptsächlich stickstoffreiche Excretionsproducte nebst Alkalisalzen übergehen, so ist leicht ersichtlich, dass besonders stickstoffreiche Nahrung, also animalische Kost, auf Vermehrung der festen Harnbestandtheile hinwirken wird und dass überhaupt ein regerer Stoffwechsel, der doch im Thierkörper hauptsächlich an stickstoffreichen Materien seinen Ablauf nimmt, einflussreich auf die Grösse dieses Moments sein wird. Ist der Stoffwechsel geringer, wie in den meisten Krankheiten, so werden auch bei weitem weniger feste Stoffe durch die Nieren ausgeschieden. Wird ferner das Blut ärmer an Albuminaten und reicher an Salzen, so werden, wie die Beobachtungen an Bright'schen Kranken ebensowohl als directe Ver-

suche von Salzinjectionen ins Blut lehren, die festen Normalbestandtheile des Harns erheblich vermindert.

Auch die Mengen der mit dem Harn ausgesonderten Mineralbestandtheile sind sehr grossen Schwankungen unterworfen, nämlich zwischen 7 und 23 grm. in 24 St., durchschnittlich jedoch etwa 15 grm.

Ziehen wir noch die Constitution des Harns nach verschiedenen physiologischen Kategorien in Betrachtung: *Verschiedenheiten des Harns in verschiedenen körperlichen Zuständen.*

Geschlecht. Der Harn der Frauen ist reicher an Wasser und ärmer an Salzen und Harnstoff als der der Männer; hauptsächlich ist dies im Zustande der Schwangerschaft der Fall; da wässriger Harn viel leichter alkalescirt als concentrirter, so geht auch der Harn schwangerer Frauen leichter die alkalische Gährung ein; wegen Schleimgehalts pflegt er oft sehr zu schäumen und bildet bei seiner Zersetzung auf seiner Oberfläche das früher *Kyestheïn* genannte und aus Tripelphosphat und Pilzen bestehende Häutchen, welches sonst als dem Harn Schwangerer ganz eigenthümlich angesehen wurde. *Schwangerschaft.*

Lebensalter. Im Betreff der Harnsecretion in verschiedenen Lebensaltern gilt das, was vom Stoffwechsel im Allgemeinen gilt. Männer im Blüthenalter, wo der Stoffwechsel am regsten ist, scheiden am meisten Harnbestandtheile aus. Vergleicht man jedoch die ausgeschiedenen Harnmengen mit dem Körpergewichte, so wird von Kindern fast das Doppelte von dem Erwachsener ausgeschieden. In der Natur der chemischen Bestandtheile des Harns sind keine Unterschiede rücksichtlich des Lebensalters (wenigstens nicht mit Sicherheit) nachgewiesen worden.

Verdauung. Des Einflusses der Verdauung und der Nahrungsmittel ist schon oben gnügend Erwähnung gethan worden.

Krankheiten. Ausser dem, was bereits oben unter den abnormen Bestandtheilen des Harns erwähnt worden ist, lässt sich nicht viel Bestimmtes über die Constitution des Harns in Krankheiten sagen. Da im Harn sich meistens der Zustand des Ernährungsprocesses reflectirt, so wird er auch in Krankheiten eine dem krankhaft alterirten Stoffwechsel entsprechende

Constitution haben. Es sei daher hier nur auf den Harn im Fieber und jenen bei erheblichen, diese oder jene Krankheit begleitenden Schwächezuständen, die Anaemie u. s. w. genannt werden, aufmerksam gemacht.

Fieberharn. Der Fieberharn ist meist von tingirterer Farbe, dunkelgelb, röthlich oder rothbraun, specifisch schwerer, von etwas stärkerm Geruche, sehr saurer Reaction. In gleichen Zeiten wird bei weitem weniger Harn im Fieber als im gesunden Zustande abgesondert; der Harn erscheint nur concentrirter, da die Wasserausscheidung durch die Nieren verhältnissmässig noch weit mehr verringert ist als die der festen Bestandtheile. Am constantesten findet man im Fieberharn eine relative und absolute Abnahme der anorganischen Salze und Zunahme an Harnsäure. Die Salzverminderung betrifft besonders das Chlornatrium, welches in exsudativen Entzündungen oft ganz schwindet. Harnstoff ist relativ vermindert, die extractiven Materien etwas vermehrt, Milchsäure oft nachzuweisen.

Anaemischer Harn. Der anaemische Harn ist blass, von schwach saurer Reaction, alkalescirt leicht, organische Bestandtheile sehr vermindert, Salze dagegen wenigstens relativ vermehrt.

Ueber diabetischen, Bright'schen Harn u. dergl. ist bereits oben das Nöthige erwähnt.

Harn der Thiere: Rücksichtlich des Harns der Thiere gilt Folgendes:

der Omnivoren, Der Harn des Schweins, des einzigen Omnivoren, welcher der Beobachtung bis jetzt zugänglich war, ist gewöhnlich (d. h. bei der bekannten vegetabilischen Mastfütterung) klar, fast geruchlos, deutlich alkalisch, braust mit Säuren auf, trübt sich beim Kochen, indem dadurch die doppeltkohlensauren Alkalien in einfache verwandelt werden; er enthält weder Hippursäure, noch Harnsäure, noch Ammoniaksalze; Phosphate nur in Spuren; neben Harnstoff (gegen 0,4%), schwefelsauren Salzen und Chloralkalimetallen sind auch milchsaure Alkalien darin enthalten.

Carnivoren, Der Harn der Carnivoren ist klar, sehr lichtgelb, von unangenehmem Geruch, widerlichem, bitterm Geschmack, saurer Reaction, leicht alkalescirend. Harnsäure ist oft nicht nachweisbar oder nur in Spuren vorhanden. Werden Carni-

voren mit Vegetabilien gefüttert, so wird der Harn trübe, alkalisch und überhaupt dem der Herbivoren gleich.

Der Harn der Herbivoren ist gelblich, trüb, übel riechend, alkalisch; enthält neben Harnstoff Hippursäure und milchsaure Alkalien und kohlensaure Alkalien und Erden, oxalsauren Kalk, sehr wenig Phosphate und keine Harnsäure. Werden Pflanzenfresser mit reinen Animalien genährt, so erhält der Harn ganz dieselben Eigenschaften, wie der der Fleischfresser. Daher zeigt auch der Harn noch saugender Kälber eine andre Constitution, als der bereits gefütterter; er gleicht der Allantoïsflüssigkeit des Kalbsfoetus. Solcher Kalbsharn ist klar, fast farblos, geruchlos, von stark saurer Reaction, enthält neben Harnstoff Harnsäure und hauptsächlich Allantoïn, Hippursäure dagegen nicht; bedeutend ist sein Gehalt an phosphorsaurer Talkerde und Kalisalzen, sehr gering der an Phosphaten, Sulphaten und Natronsalzen. Herbivoren,

Der Harn der Vögel so wie der der Schlangen besteht fast nur aus sauren harnsauren Salzen, etwas Harnstoff und phosphorsauren Erden. Vögel,

Der Harn der Frösche ist flüssig, enthält Harnstoff, Kochsalz und etwas phosphorsauren Kalk. Frösche,

Die Schildkröten entleeren einen klaren, bald schwach sauren, bald schwach alkalischen Harn; derselbe enthält Harnstoff, saure harnsaure Salze, Hippursäure, constant etwas Fett, phosphorsaure, schwefelsaure Salze und Chlornatrium mit Chlorkalium. Schildkröten,

Die rothen Excremente der Schmetterlinge bestehen fast nur aus sauren harnsauren Alkalien; auch die Excremente der meisten Käfer und Raupen enthalten Harnsäure. Schmetterlinge,

In den Excrementen mancher niedern Thiere findet sich Guanin. niedrer Thiere.

Was die Harnconcremente betrifft, so ist deren Constitution ziemlich verschieden; jedoch lässt sich im Allgemeinen soviel festhalten, dass sie im Wesentlichen dieselben Bestandtheile enthalten, die wir in den Harnsedimenten vorfanden, und dass demnach ihre Genesis der der Sedimente ziemlich entsprechend sein wird. Die grosse Mehrzahl der Harnsteine bildet sich, wenn die oben erwähnten Gährungsprocesse Harnconcremente bestehen hauptsächlich aus:

des Harns bereits in der Blase eintreten, indem ein Schleimconglomerat in Folge des jene Processe so oft bedingenden oder begleitenden Blasenkatarrhs die erste Grundlage oder den Kern des Concrements abgiebt. Der leichten Krystallisirbarkeit der freien Harnsäure ist es zuzuschreiben, dass die saure Harngährung hauptsächlich zur Concrementbildung disponirt; wir finden daher auch häufiger noch die Kerne der Harnsteine aus Harnsäurekrystallen bestehend, als ganze Concremente nur aus Harnsäure constituirt. Da durch einmal gebildete Concremente oder sogenannten Harngries ein Reiz auf die Blasenschleimhaut hervorgerufen wird, der einen stärkern Blasenkatarrh nach sich zieht: so wird durch den abnorm abgesonderten Schleim sehr bald innerhalb der Blase alkalische Gährung eingeleitet; deren Folgen sind, dass sich auf bereits gebildeten Harnsäureconcrementen oder Schleimflocken Tripelphosphatkrystalle und harnsaures Ammoniak ablagern, denen sich Molecüle von phosphorsaurem Kalk in grösserer oder geringerer Quantität beimengen. Dass diese Stoffe in den Harnsteinen in den mannigfachsten Proportionen gemengt sind, darf nicht wundern; denn wenn z. B. der Harn nur neutral wird, scheidet sich blos das Tripelphosphat, aber kein harnsaures Ammoniak aus. Eine gewisse Mengung von phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak bedingt die sog. *schmelzbaren Harnsteine.*

freier Harnsäure,

Tripelphosphat und harnsaurem Ammoniak,

Oxalsaurer Kalk ist gewöhnlich in den Harnsteinen mit enthalten, welche hauptsächlich aus freier Harnsäure bestehen; doch finden sich auch Harnconcremente und zwar besonders die maulbeerförmigen, welche hauptsächlich aus oxalsaurem Kalk bestehen. Ihre Enstehung ist noch nicht genügend erforscht.

oxalsaurem Kalk,

Sehr selten sind die aus Cystin und die aus Xanthin bestehenden Harnconcremente; ihre Genesis lässt sich für jetzt nicht einmal errathen.

Cystin und Xanthin.

HISTOCHEMIE.

Lehre von den thierischen Geweben.

Die chemische Untersuchung der thierischen Gewebe bietet in vieler Hinsicht noch mehr Schwierigkeiten dar, als die der thierischen Flüssigkeiten. Dies liegt theils darin, dass die meisten Gewebe höchst innige Gemenge verschiedener Substrate sind, die mechanisch nicht von einander getrennt werden können, theils daran, dass alle Gewebe in den gewöhnlichen indifferenten Menstruen gleich unlöslich sind, und durch die stärker einwirkenden Lösungsmittel so wesentliche Umwandlungen erleiden, dass ihre ursprüngliche Constitution selbst schwer errathen werden kann. Man ist daher auch in der Kenntniss selbst der einfachern thierischen Gewebe noch nicht weit vorwärts geschritten. **Schwierigkeiten histochemischer Untersuchung.**

Der einzige Weg, der zu einer genauern Kenntniss der Constitution der Gewebe führen kann und zum Theil auch schon geführt hat, ist der, zuvörderst unter dem Mikroskop verschiedene chemische Reagentien auf die einfachen Gewebe einwirken zu lassen, um so wenigstens über die chemisch homogenen Gewebselemente ins Klare zu kommen. Die Mikrochemie hat selbst der Histologie schon wesentliche Dienste geleistet, indem durch sie oft erst die wahre Constitution gewisser Gewebe (z. B. des Horns u. s. w.) erkannt wurde. Für die physiologische Chemie bietet sie aber gewissermaassen erst den Schlüssel, durch den wir uns den Zugang **Mikrochemie.**

zu einer rationellen Erforschung der Constitution der thierischen Gewebe zu öffnen vermögen; denn während sie uns einerseits das chemisch Homogene und das chemisch Differente unterscheiden lässt, giebt sie uns oft die Mittel an, um eine chemische Trennung im Grossen einzuleiten, und so die eigentlichen Gewebselemente einer rein chemischen Untersuchung zugänglich zu machen. Die makrochemische Analyse kann erst der mikrochemischen folgen.

Die chemischen Substrate der Gewebe entsprechen ihrer physiologischen Function.

Haben aber auch die bisherigen histochemischen Forschungen noch nicht zu viel allgemeineren Sätzen und Anschauungen geführt, so hat sich doch auch hier der Satz bestätigt, dass die chemische Natur der Gewebe oder der wesentlichsten Gewebselemente stets entsprechend ist ihrer Function. Wissen wir auch noch nicht, welche Ursachen dieses oder jenes Gewebssubstrat gerade für den einen und nicht für den andern Zweck tauglich machen, so sehen wir doch soviel, dass analog constituirte Stoffe nur in analog constituirten Geweben abgelagert sind.

Interstitialsäfte der Gewebe.

Bei der chemischen Betrachtung der Gewebe darf jedoch ein Umstand nicht unberücksichtigt bleiben, den die reine Histologie zu ignoriren pflegt, nämlich die Beschaffenheit und Constitution des die Gewebe durchtränkenden Saftes. Es lässt sich nämlich wo nicht nachweisen, doch wenigstens errathen, dass dieser Saft wesentlich auf die physiologische Function der betreffenden Gewebstheile einwirkt oder von dieser influenzirt wird. Genauere Untersuchungen einiger solcher Gewebssäfte haben nicht blos die wesentliche Verschiedenheit derselben von der Blutflüssigkeit und den einfachen Transsudaten dargethan, sondern auch bereits manche interessante, physiologische Gesichtspunkte eröffnet.

Knochengewebe.

Histologische Constitution.

Die Knochensubstanz der Wirbelthiere ist von verschiedenen Höhlen und Canälen durchzogen, welche im frischen Objecte mit Nährflüssigkeiten verschiedener Art erfüllt sind, und getrocknet die nicht flüchtigen Bestandtheile ihres frühern

Inhalts einschliessen. Die grössten, mit blossen Augen wahrnehmbaren Knochenhöhlen sind die grosse Markhöhle im Mittelstücke der Röhrenknochen und die zellenförmigen Räume spongiöser Knochen und Knochentheile, so wie die sog. Foramina nutritia, durch welche Gefässe und Nerven in die Knochen eindringen. Ein zweites Röhrensystem der eigentlichen Knochensubstanz sind die sog. Markcanälchen, *Havers'ische Canäle;* diese, von 0,01 bis 0,05''' Durchmesser, durchziehen netzförmig vorzugsweise den compacteren Theil der Knochen und münden, vielfach unter einander anastomosirend, theils in die grosse Markhöhle der langen Knochen und in die zellenförmigen Räume der spongiösen, theils auf die Oberfläche der Knochen nach dem Periosteum hin. Die diese Hohlräume umgebende Knochensubstanz ist noch mit einer dritten Gruppe viel feinerer Canälchen durchzogen; dies sind die sog. Knochenkörperchen und Ductuli chalikophori. Diese Räume sind in getrockneten Knochen lufthaltig und erscheinen daher unter dem Mikroskop schwarz; durch diese länglich linsenförmigen Knochenkörperchen (*Knochenhöhlen*) 0,01''' lang, 0,004''' breit, 0,003''' dick) und ihre zahllosen unter einander communicirenden Ausläufer (Ductuli) wird die Grundsubstanz der Knochen äusserst porös.

Knochenhöhlen. Markcanälchen. Knochenkörperchen.

Das Knochenmark erstreckt sich nicht blos in die grosse Markhöhle, sondern dringt auch in die zellenartigen Räume der Gelenktheile und der spongiösen Knochen ein, nicht aber in die Havers'ischen Canälchen. Während im Mark neben dem eigentlichen Markstoffe etwas Bindegewebe und einige Gefässe enthalten sind, treten in jene Canälchen Blutgefässe und ihnen zugehörige Nerven.

Knochenmark.

Die Knochenkörperchen und ihre Ausläufer sind nicht mit Kalksalzen erfüllt, wie man früher annahm, sondern mit einer tropfbaren Flüssigkeit, deren chemische Natur man noch nicht kennt; sie sind aber auch nicht einfache Höhlungen des Knochens, sondern mit einer eigenthümlichen Membran umgeben.

Constitution der Knochenkörperchen.

Die zwischen den beschriebenen Höhlen befindliche Knochensubstanz ist keineswegs eine vollkommen homogene Masse;

Knochenlamellen, und

zunächst erkennt man um das Lumen jedes Havers'ischen Canälchens (auf guten Querschliffen) eine Anzahl concentrischer Kreise, welche wahrhafte Lamellen von 0,002 bis 0,005''' Dicke sind. Ein anderes System solcher Lamellen geht noch der äussern und innern Oberfläche des Knochens parallel; ausser diesen finden sich noch zwischen den Lamellen der Havers'ischen Canälchen isolirte Gruppen solcher Lamellen. Diese Lamellen selbst sind aber wiederum nicht völlig homogen; denn man bemerkt in ihnen noch eine Unzahl blasser Körnchen (von etwa 0,0002''' Dicke).

Knochenkörnchen.

Chemische Constitution der morphotischen Elemente.

Chemisch lassen sich die verschiedenen morphotischen Elemente des Knochengewebes zur Zeit noch nicht näher verfolgen; man weiss nur so viel, dass, während die eigentliche Grundsubstanz des Knochens aus einem innigen Gemeng von Knorpelsubstanz (glutingebender Materie) und Kalksalzen besteht, jene die Knochenkörperchen und deren Ausläufer auskleidende Haut aus einer eiweissartigen, in kochendem Wasser unlöslichen Materie besteht.

Dass jene in den freien Knochenlamellen erkennbaren Körnchen aus Kalkphosphat bestehen sollten, ist sehr zweifelhaft.

Allgemeine chemische Bestandtheile der Knochen.

Die chemischen die Knochensubstanz betreffenden Untersuchungen sind meistens nur darauf hinausgegangen, das Verhältniss der Hauptbestandtheile zu einander in verschiedenen Parthien des Knochengerüstes unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen zu ermitteln.

Alle Knochen der Wirbelthiere enthalten ausser der Knorpelsubstanz, welche den Haupttheil aller organischen Materie ausmacht, immer grössere oder geringere Mengen Fett und nicht leimgebende eiweissartige Materien, theils von den Blutgefässen der Knochen, theils von der erwähnten, die feinsten Knochenräume überziehenden Haut herrührend. Die anorganischen Bestandtheile der Knochen, die gewöhnlich mehr als die Hälfte der ganzen Knochenmasse ausmachen, sind in verschiedenen Proportionen gemischt und bestehen aus phosphorsaurem Kalk ($\dot{C}a_3\dddot{P}$), der stets in über-

wiegender Menge vorhanden ist, aus kohlensaurem Kalk, etwas Fluorcalcium und phosphorsaurer Talkerde. Merkwürdig ist ein scheinbar constanter Gehalt der Knochenasche von Reptilien und Fischen an schwefelsaurem Alkali; sonst finden sich in der Knochenasche der meisten Thiere nur wenig lösliche Salze, wie Chlornatrium und kohlensaures Natron, die wohl nur von den die Knochen durchdringenden Säften herrühren.

Der Knochenknorpel, durch längere Digestion von Knochen mit verdünnter Salzsäure oder Salpetersäure erhalten, bildet in feuchtem Zustande eine ziemlich elastische, gelblich durchscheinende Substanz, welche die Form des ursprünglichen Knochenstückes beibehalten hat; beim Trocknen wird sie hart und nur wenig spröd. Ist sie lange genug mit Säure behandelt worden, so hinterlässt sie nur eine Spur von Asche; ihre atomistische Zusammensetzung wurde ganz gleich der des aus ihr durch Kochen hervorgehenden Glutins gefunden. In krankhaft veränderten Knochen hat man sie stets von derselben Beschaffenheit und derselben Zusammensetzung gefunden, wie in gesunden. Nur in einigen fossilen Knochen verhielt sie sich wie bereits durch Kochen gebildetes Glutin. Knochenknorpel.

Das Fett der Knochen dürfte nur zum geringsten Theile der Grundsubstanz angehören, da das fettreiche Knochenmark nicht einmal bis in die Havers'ischen Canäle eindringt; nur in krankhaft rarificirtem Knochengewebe findet man grössere Mengen Fett in den entstandenen Hohlräumen abgelagert. Das Fett der Knochen ist meist elaïnreicher und daher flüssiger, als das Fett anderer Organe des thierischen Körpers. Fett.

Das Verhältniss der Mineralbestandtheile in der Knochensubstanz ist ungefähr folgendes: 57 Th. phosphorsaurer Kalk, 8 Th. kohlensaurer Kalk, 1 Th. Fluorcalcium und 1 Th. phosphorsaure Talkerde. Die Schwankungen in dieser Proportion der Mineralstoffe der Knochen pflegen nie sehr gross zu sein, namentlich nicht in Knochen desselben Individuums. Mineralbestandtheile.

Verschiedenheit der Constitution der verschiedenen Knochen desselben Individuums.

Rücksichtlich der Constitution der verschiedenen Knochen eines und desselben Individuums gilt Folgendes: die Knochen der Extremitäten sind reicher an Erden als die des Rumpfes, und die des Femur und Humerus reicher daran als die übrigen Röhrenknochen; die Schädelknochen gleichen in dieser Hinsicht den letzteren; die Metacarpus- und Metatarsusknochen, so wie die des Beckens gleichen denen des Rumpfes; die Rippenknochen und Schlüsselbeine enthalten etwas mehr Mineralsubstanz als die Wirbelknochen. In den kurzen Knochen ist (selbst wenn man die spongiöse Substanz möglichst entfernt hat) constant mehr Fett als in den cylindrischen gefunden worden. Die glatten Knochen sind etwas wasserhaltiger als die cylindrischen.

je nach dem Geschlechte;

In der Constitution der Knochen beider Geschlechter hat man keinen wesentlichen Unterschied gefunden.

nach dem Lebensalter;

Die Knochen von Kindern sind ärmer und die von Greisen reicher an Mineralbestandtheilen als die von Erwachsenen. Auf den Fettgehalt ist das Lebensalter ohne Einfluss.

der Säugethiere,

Rücksichtlich der Knochen von Säugethieren ist Folgendes festgestellt: die der Herbivoren sind etwas reicher an kohlensaurem Kalk als die der Carnivoren, besonders reich daran sind aber die der Pachydermen und Cetaceen. Fette Thiere pflegen auch in ihren Knochen mehr Fett zu enthalten. Die menschlichen Knochen scheinen einigen Untersuchungen nach reicher an Wasser zu sein als die aller andern Säugethiere.

der Vögel,

Die Knochen der Vögel enthalten mehr Erden als die der Säugethiere, besonders die der Scharrvögel (76% ja bis 84%); relativ zum phosphorsauren Kalk ist in ihnen etwas mehr kohlensaurer Kalk enthalten als in denen der Säugethiere. Die Knochen der körnerfressenden Vögel enthalten immer etwas Kieselsäure. Fett findet man in den Vögelknochen mehr als in denen der Säugethiere; auch scheinen sie durchschnittlich mehr Wasser als die der letztern zu enthalten.

der Amphibien,

Die Knochen der Amphibien sind ärmer an Erden (55 bis 63%) als die der Säugethiere; ihre Asche enthält immer schwefelsaures Natron.

Noch ärmer an Mineralstoffen sind die Knochen der **Fische** (21 bis 57 %); auch sie enthalten schwefelsaures Natron und sind reicher sowohl an Fett wie an Wasser, als die aller andern Thiere. der Fische.

Fast bei allen **pathologischen** die Knochen befallenden Processen werden ihnen die mineralischen Stoffe früher und in grösserer Menge entzogen, als die organische Materie; findet theilweise Verödung, Rarefaction des Knochengewebes statt, so werden die gebildeten Höhlungen gewöhnlich mit flüssigem Fett ausgefüllt. Constitution pathologischer Knochen.

Wird in jenen Höhlen später wieder Knochenmasse abgelagert, so behalten die organischen Materien immer das Uebergewicht; daher selbst in sklerosirten Knochen sich weit mehr organische Materie vorfindet, wie in normalen. Proportion zwischen organischer und anorganischer Materie.

Was das Verhältniss der Mineralbestandtheile krankhafter Knochen unter einander betrifft, so scheint der kohlensaure Kalk immer im entsprechenden Verhältniss zum phosphorsauren ab- und zuzunehmen; nur in Osteophyten und Neubildungen von Knochen pflegt ein Plus von kohlensaurem Kalk im Verhältniss der Zahl desselben Salzes in normalen Knochen gefunden zu werden. Proportion zwischen kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk.

Bei der Beurtheilung der chemischen Constitution **fossiler Knochen** ist stets auf die Lagerstätte Rücksicht zu nehmen, der sie entlehnt sind; denn die Masse, in welcher solche Knochen eingebettet wurden, wirkt nicht blos dadurch ein, dass sie sich leicht in die Knochencanäle infiltrirt, wie z. B. kohlensaurer und schwefelsaurer Kalk, sondern sie wirkt auch chemisch, indem sie die organische Materie oder das Kalkphosphat zersetzt oder umwandelt. Es ist daher leicht ersichtlich, warum der Gehalt fossiler Knochen an **organischer Materie** so verschieden ist; es giebt fossile Knochen, welche kaum eine Spur organischen Stoffes mehr enthalten, während andere fast noch ebenso reich daran sind als frische Knochen. Fossile Knochen. Gehalt an organischer Materie,

Das **Kalkphosphat** findet man zuweilen zu kleinen Apatitkrystallen angeordnet. phosphorsaurem Kalk,

Kohlensaurer Kalk ist meistens reichlicher in solchen Knochen enthalten, theils weil er von aussen infiltrirt kohlensaurem Kalk,

ist, theils weil das Kalkphosphat durch kohlensaure Salze der Lagerstätte zerlegt wurde. Talkerde wird durchschnittlich in den Knochen fossiler Wirbelthiere in grösserer Menge gefunden, als in frischen Knochen.

Fluorcalcium.

Hervorzuheben ist, dass die meisten fossilen Knochen weit reicher an **Fluorcalcium** sind, als moderne.

Alaunerde, **Eisenoxyd** und **Kieselsäure**, die oft in fossilen Knochen gefunden werden, sind jedenfalls infiltrirt.

Zahngewebe.

Morphotische Bestandtheile.

Jeder Zahn besteht aus drei morphotisch von einander verschiedenen Theilen, nämlich aus dem Zahnbein, dem Zahnschmelze und dem Caemente.

Zahnbein.

Das **Zahnbein**, substantia tubulosa, ist ein mit einer zur Aufnahme der Nerven und Ernährungsgefässe bestimmten kolbenförmigen Höhle versehener spindelförmiger oder keilförmiger Körper. Feine Canälchen gehen durch diese Substanz von der Zahnhöhle aus divergirend nach dem äussern Ueberzuge, gegen welchen hin sie sich noch feiner verästeln; hie und da finden sich (anstatt der Knochenkörperchen) in dieser Substanz kugelförmige Lücken, die *Interglobularräume*.

Interglobularräume.

Die letztern sind von einer besondern in Essigsäure und in kochendem Wasser unlöslichen Haut überzogen, an der man einen Kern wahrnimmt; sie treten deutlich hervor, wenn man das Zahnbein durch verdünnte Salzsäure von Salzen befreit und den Knorpel durch Kochen in Wasser auflöst. Dieser Knorpel liefert Glutin.

Chemische Bestandtheile.

Wie die Knorpelmaterie des Zahnbeins, so sind auch die Mineralbestandtheile dieselben, wie die der Knochen; ihre Menge beträgt aber durchschnittlich 72%.

Zahnschmelz.

Der **Zahnschmelz**, substantia vitrea s. adamantina, ist eine sehr harte und ziemlich spröde, weder von Canälen noch Lücken durchzogene compacte Masse, welche aus 4- oder 6seitigen Prismen ähnlichen, von der Zahnkrone divergirend ausgehenden Fasern besteht. Werden aus dem Schmelze durch

Schmelzprismen.

Salzsäure die Salze ausgezogen, so hinterbleibt eine Art Gerüst jener Prismen, welches beim Knochen sich nicht löst, sondern zerplatzt und sich wie Epithelialsubstanz gegen Reagentien verhält. An organischer Materie findet sich im Zahnschmelze nur 2 bis 6%. Neben 88% phosphorsaurem Kalk und 7 bis 8% kohlensaurem ist verhältnissmässig viel Fluorcalcium (4%) im Zahnschmelze enthalten.

Das den Hals und die Wurzel des Zahns überziehende Caement gleicht insofern der gewöhnlichen Knochensubstanz, als darin Knochenkörperchen mit ihren Ausläufern vorkommen, allein Havers'ische Canälchen sind nicht darin enthalten. Die chemische Constitution des Caements stimmt ziemlich mit der der Knochen überein. Caement.

Backenzähne enthalten durchschnittlich etwas mehr Mineralsubstanzen als Schneidezähne. Verhältnissmässig reich an organischer Materie sind die Stosszähne des Elephanten und des Wildschweins. Die Zähne der Pachydermen enthalten mehr phosphorsaure Talkerde, als die andrer Thiere. Constitution verschiedener Zähne.

Knorpelgewebe.

Histologisch sind zwei Arten von Knorpeln zu unterscheiden: wahre Knorpel und Faserknorpel.

Die wahren Knorpel bestehen aus einer für den ersten Blick ziemlich homogenen Grundsubstanz mit zahlreichen Höhlen, in welchen eine oder mehrere Zellen mit einfachem oder mehrfachem Kern eingebettet sind. Wahre Knorpel. Morphotische Beschaffenheit.

Die Grundsubstanz ist aber keineswegs vollkommen homogen; in der Regel erscheint sie feinkörnig, oft auch etwas fasrig. Durch mikrochemische Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure und nachherigen Zusatz von Wasser erkennt man, dass die Körnchen oder Fäserchen der Intercellularsubstanz später gelöst werden als die zwischen ihnen befindliche Knorpelmaterie. Durch 12 bis 48stündiges Kochen mit Wasser an der Luft oder einstündige Behandlung mit Wasser im Papinianischen Digestor wird die ganze Grundsub- Mikrochemisches Verhalten.

stanz des Knorpels sammt den Körnchen aufgelöst, ungelöst bleiben nur die Zellenbildungen.

Chemische Constitution.

Nur die Intercellularsubstanz des Knorpels liefert Chondrin; die chemische Constitution der Knorpelzellen ist daher wesentlich von der der Intercellularsubstanz verschieden; indessen kennt man jene noch keineswegs genau; man weiss nur soviel, dass die Kerne jener Zellen noch länger der Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure oder Kalilauge und Wasser widerstehen als die Hüllenmembranen; die Haupthüllenmembran der Mutterzelle verschwindet sogar dem Auge nach längerer Einwirkung von Essigsäure.

Faserknorpel. Morphotische Beschaffenheit.

Die Faserknorpel enthalten neben den gewöhnlichen Knorpelzellen eine durchaus fasrige Grundsubstanz; die Fasern derselben verlaufen entweder einander parallel oder kreuzen sich in verschiedenen Richtungen, haben gewöhnlich dunkle scharfe Conturen und zeigen keine Spuren von Kernbildungen.

Chemische Constitution.

In der Constitution der Zellen dieser Knorpel hat man bis jetzt keinen Unterschied von der der Zellen wahrer Knorpel gefunden; dagegen zeigen mikrochemische wie makrochemische Versuche, dass der aus der fasrigen Intercellularsubstanz hervorgehende Leim nicht mit dem Chondrin der wahren Knorpel identisch ist; die Lösung dieses Leimes giebt mit Gerbsäure nur eine geringe Fällung, mit Alaun zwar gleich dem Chondrin einen compacten Niederschlag, der sich jedoch nicht in überflüssiger Alaunlösung wieder auflöst; so bewirkt auch Platinchlorid einen im Uebermaass des Fällungsmittels unlöslichen Niederschlag.

Mikrochemisches Verhalten.

Lässt man unter dem Mikroskop auf Praeparate solcher Knorpel Kalilauge, Schwefelsäure oder concentrirte Essigsäure einwirken, so verschwindet die Faserung der Grundsubstanz nur dem Auge; die Fasern lösen sich aber nicht, sondern quellen nur gallertartig auf und werden dadurch unsichtbar. In concentrirter Schwefelsäure bleiben gewöhnlich noch einige den Kernfasern ähnliche Fibrillen sichtbar.

Faserknorpel, deren Grundsubstanz Bindegewebe ist.

Es giebt auch Faserknorpel (z. B. den Zwischenknorpel des Kniegelenks), deren Grundsubstanz aus wirklichem, aber

sehr festem, fasrigem Bindegewebe mit einzelnen Kernfasern besteht; dieselben liefern daher auch beim Kochen mit Wasser kein Chondrin, sondern Glutin. Die von der Grundsubstanz eingeschlossenen Zellen verhalten sich wie die der wahren Knorpel.

Faserknorpel, deren Fasergerüst elastisches Gewebe ist.

Bei einer dritten Art von Faserknorpeln (Kehldeckel, Ohrknorpel u. s. w.) besteht das die isolirten Zellen einschliessende Fasergerüst aus einem dichten Gewebe feiner elastischer Fasern. Weder durch concentrirte Kalilauge noch Schwefelsäure werden diese Fasern verändert, während die von ihnen eingeschlossenen Zellen nach 6- bis 7stündiger Einwirkung jener Reagentien und nachmaligem Zusatz von Wasser zerstört werden.

Gehalt der Knorpel an Fett,

Quantitativ ist das Knorpelgewebe noch nicht genau untersucht werden. Die 2 bis 5% Fett, welche man aus der trocknen Knorpelsubstanz auszuziehen vermag, sind vorzugsweise in den Knorpelzellen abgelagert, wiewohl auch einzelne Tröpfchen in der Intercellularsubstanz wahrzunehmen sind.

Wasser,

Der Wassergehalt schwankt in den frischen Knorpeln zwischen 54 bis 70%.

Mineralstoffen.

An Mineralstoffen hat man in den Rippenknorpeln 3 bis 6% gefunden; dieselben bestehen aus phosphorsaurem Kalk und Talkerde, kohlensaurem Alkali und auffallend viel Chlornatrium und Sulphaten.

Bindegewebe.

Morphotische Beschaffenheit.

Dieses Gewebe bildet ein bald engeres bald weiteres Netzwerk langer, feiner meist zu Bündeln vereinigter Fasern; in den serösen Häuten sind die Fasern dichter gruppirt, bilden dickere einander vielfach durchkreuzende Bündel, die ziemlich weite Maschen zwischen sich lassen; liegen die Faserbündel dichter neben einander und folgen sie meist einer Richtung, so bilden sie Bänder und Sehnen. Abgesehen von Gefässen, Nerven und Fettzellen kommen im Bindegewebe constant sogenannte *Kernfasern* oder *elastische Fasern* vor.

Chemische Constitution.

Wird Bindegewebe in kochendes Wasser gebracht, so schrumpft es anfangs etwas zusammen, quillt aber bald gallertartig auf und löst sich bei fortgesetztem Kochen. Durch Quecksilberchlorid, Alaun, basisch schwefelsaures Eisenoxyd, Gerbsäure wird es contrahirt und verliert seine Fäulnissfähigkeit. Durch Kochen mit verdünnten Säuren oder Alkalien wird es noch viel schneller in Glutin verwandelt, als beim Kochen mit reinem Wasser.

Mikrochemisches Verhalten.

In concentrirter Essigsäure schwillt es gallertartig auf, so dass es unter dem Mikroskop unsichtbar wird; allein es wird dadurch nicht aufgelöst; denn wäscht man das Praeparat mit Wasser aus oder neutralisirt die Säure mit Ammoniak, so treten die Fasern in ihrer frühern Form wieder hervor. Da diese Fasern durch Essigsäure unsichtbar werden, die elastischen Fasern des Bindegewebes aber unverändert bleiben, so werden letztere durch dieses Reagens unter dem Mikroskop viel sichtbarer.

In Alkalien quellen die Bindegewebsfasern ebenfalls auf, werden aber auf nachmaligen Zusatz von Wasser wahrhaft aufgelöst.

Schleimgewebe oder embryonales Bindegewebe.

Das embryonale Bindegewebe besteht aus spindelförmigen Zellen und einer eigenthümlichen Zwischensubstanz, welche bei Digestion mit Wasser neben Eiweiss eine gallertartig schleimige Substanz liefert; sie giebt aber beim Kochen weder Glutin noch Chondrin. Man hat vorgeschlagen, sie Schleimgewebe zu nennen (z. B. in der Wharton'schen Sulze).

Elastisches Gewebe.

Morphotische Beschaffenheit.

Die elastischen Fasern zeigen sich unter dem Mikroskop entweder als platte, ziemlich breite, etwas brüchige, viel verästelte Bänder oder als schmälere, sich gern spiralig aufwickelnde, mit Kernen besetzte Fasern (Kernfasern). Sie finden sich meistens andern Geweben eingestreut, so die Kernfasern dem Bindegewebe.

Kommen die elastischen Fasern in grössern Gruppen vor, so bilden sie bald weitmaschige oder arabeskenförmige Netze mit hakenförmigen Krümmungen, bald ein ziemlich gleich grosse Zwischenräume lassendes, einem anastomosirenden Gefässnetze gleichendes Haufwerk. In grösster Menge, aber immer mit den Fasern anderer Elementargewebe gemengt, finden sie sich in den gelben Bändern der Wirbelsäule und in dem Nackenbande.

Chemisches Verhalten.

Ihre Elasticität verlieren diese Fasern weder durch Spiritus noch durch Kochen mit Wasser; selbst wenn letzteres 60 Stunden lang fortgesetzt wird, werden sie nicht aufgelöst. Dagegen verwandeln sie sich nach 30stündigem Kochen bei 160° C. in eine bräunliche, nach Leim riechende, nicht gelatinirbare Flüssigkeit, welche durch Gerbsäure, Pikrinsäure und Sublimat gefällt wird, nicht aber durch andere Chondrin praecipitirende Reagentien.

In kalter concentrirter Essigsäure ist die elastische Faser unlöslich; in mässig verdünnter Salzsäure löst sie sich mit brauner Farbe; das dadurch entstandene Umwandlungsproduct ist in Wasser und Alkohol löslich.

Mit mässig concentrirter Schwefelsäure digerirt liefert sie nur Leucin, aber kein Glycin.

In mässig concentrirter Kalilauge wird sie erst nach tagelangem Erwärmen in eine gallertartige Masse verwandelt.

Reindarstellung.

Um sich reine elastische Faser zu verschaffen, muss man durch Kochen mit Wasser, Kochen mit Essigsäure und Behandeln mit verdünnter Kalilauge andere Gewebstheile entfernen.

Horngewebe.

Die Horngewebe verschiedenster Art bestehen aus vertrockneten Zellen

Die Structur der dem Horngewebe angehörigen Epidermis, der Nägel (Klauen und Hufe), Hörner und des Fischbeins kann fast nur durch Anwendung gewisser Reagentien klar gemacht werden, durch welche alle diese Gewebe in kernhaltige Zellen zerfallen; sie sind also nicht als verschiedene

Formbildungen eines und desselben Grundstoffs, eines Keratins oder Proteïnsulphamids, zu betrachten.

Mikrochemisches Verhalten gegen

Wasser,

Schon durch Behandlung mit kaltem oder lauem Wasser werden die meisten der hieher gehörigen Gewebe aufgelockert und in Zellen zerlegt, an denen mehr oder weniger deutlich ein Kern wahrzunehmen ist. Am leichtesten zerfallen die Epidermis und Epidermidalwucherungen in solche flachgedrückte ovale Zellen, besonders die dem Rete Malpighii nahe gelegenen; langsamer wirkt Wasser auf die Nagelsubstanz ein; nur wenig auf Hörner und Hufe, auf Fischbein und Schildpatt gar nicht.

aetzende Alkalien,

Aetzende Alkalien, besonders Aetznatron, legen in ihren concentrirtesten Lösungen die zellige Structur aller dieser Gewebe aufs deutlichste dar. Auf die Epidermis wirken schon verdünnte alkalische Laugen so intensiv ein, das sich die Epidermisplättchen in ovale oder sphaerische helle Blasen verwandeln, aus denen der vorher sichtbare Kern allmählig verschwindet. Ganz ähnliche Erscheinungen, nur langsamer, bewirken die ätzenden Alkalien an Nagel- und Hornsubstanz, besonders wenn die mit concentrirten Laugen behandelten Praeparate mit Wasser versetzt werden. Auch die Lamellen des Fischbeins stellen sich bei gleicher Behandlung aus plattgedrückten Zellen bestehend dar; immer wird die Kernsubstanz leichter aufgelöst, als die Hüllenmembran jener Zellen. Das Schildpatt zerfällt erst nach längerer Einwirkung derselben Reagentien in polygonale und ovale Zellen.

Säuren.

Essigsäure wirkt auf die Horngewebe wenig oder gar nicht ein.

Schwefelsäure macht namentlich bei gelindem Erwärmen in allen diesen Geweben die zellige Structur sichtbar.

Salpetersäure färbt die meisten dieser Gewebe gelb, bringt aber die Zellen unvollkommen oder gar nicht zur Anschauung.

Die vier Gewebselemente der Horngewebe.

Es lässt sich aus diesen Reactionen schliessen, dass alle diese Gewebe aus Zellen oder kernhaltigen Bläschen hervorgegangen sind, die, ohne sich wie Zellen anderer Organe morphotisch weiter auszubilden, gewissermaassen vertrockneten

und nur noch durch eine meist nicht recht nachweisbare Intercellularsubstanz conglutinirt erhalten werden. Ausser der problematischen Intercellularsubstanz sind in jedem Gewebe noch drei morphotisch und chemisch verschiedene Substanzen nachzuweisen, nämlich die in Alkalien so sehr schwer lösliche Substanz der Zellenmembranen, der leichter in Alkalien lösliche Zelleninhalt sammt Kern und die in Alkali völlig unlöslichen, keineswegs blos aus Fett bestehenden körnigen Materien, welche nach völliger Auflösung einiger jener Gewebe zurückbleiben.

Der Gehalt dieser Gewebssubstanzen an Mineralstoffen schwankt nicht erheblich um 1%; ziemlich schwankend ist aber ihr Gehalt an unoxydirtem Schwefel; in der Epidermis fand man nur 0,74%, im Schildpatt 2,22%, in der Nagelsubstanz 2,80%, im Kuhhorn 3,42%, im Fischbein 3,60% und in Pferdehufen 4,23%. Durchschnittlich enthalten sie 51% Kohlenstoff, 6,8% Wasserstoff, 17% Stickstoff und 20 bis 22% Sauerstoff. Chemische Bestandtheile.

Haargewebe.

Rücksichtlich der chemischen Constitution dieses Gewebes hat bis jetzt nur der Haarschaft einer nähern Erforschung unterlegen; derselbe besteht histologischen Forschungen nach aus drei wesentlichen Theilen, nämlich dem Oberhäutchen, der Rindensubstanz und dem Marke.

Das Oberhäutchen der Haare besteht aus dachziegelförmig über einander gelagerten Plättchen; diese Plättchen, welche isolirt äusserst durchsichtig und viereckig erscheinen, ohne Kern oder andern Inhalt, zeichnen sich durch ihre vollkommene Unlöslichkeit in ätzenden Alkalien und concentrirter Schwefelsäure aus. Oberhäutchen.

Die Rinden- oder Fasersubstanz, welche den bedeutendsten Theil des Haars ausmacht, zerfällt durch concentrirte Schwefelsäure, namentlich bei gelindem Erwärmen, zunächst in platte, lange Fasern, welche sich wiederum in lange, schmale Plältchen mit länglichem, dunklem Kern zerklüften. Fasersubstanz.

Nach längerer Digestion mit verdünnter Kalilauge löst sich die Rindensubstanz mit Zurücklassung jener langen, spindelförmigen Kerne auf.

In der Fasersubstanz sind einzelne mit Luft erfüllte Lücken und ausserdem je nach der Färbung des Haars mehr oder weniger Häufchen von Pigmentkörnchen enthalten.

Mark-substanz. Die Marksubstanz des Haars, welche nur deutlicher erkannt werden kann, wenn die Rindensubstanz durch Behandlung mit Alkalien durchsichtiger geworden ist, besteht aus reihenweise eng aneinanderliegenden, viereckigen, seltner rundlichen Zellen, welche nach Behandlung mit Alkalien neben einem hellen, rundlich ovalen Flecke (Kernrudimente) dunkle Körnchen enthalten; letztere sind wenigstens zum grossen Theil nichts als sehr kleine Luftbläschen.

Chemische Bestandtheile. In den entfetteten Haaren hat man nach Abzug der Asche 50,65% Kohlenstoff, 6,36% Wasserstoff, 17,14% Stickstoff, 20,85% Sauerstoff und 5,0% Schwefel gefunden.

Farbstoffe. Einen besondern Farbstoff der Haare hat man chemisch nicht nachzuweisen vermocht.

Die *weisse Farbe* der Haare rührt von einem reichlichern Gehalte an *Luft* her; der *Eisengehalt* der Haare ist ohne Einfluss auf deren Farbe.

Fette. Das Fett der Haare besteht aus Margarin, Margarinsäure und Elaïn, denen flüchtige Säuren des Schweisses anhaften.

Mineralstoffe. Der Gehalt der Haare an Mineralbestandtheilen ist sehr schwankend (zwischen 0,54 und 1,85%), ohne dass derselbe jedoch von Einfluss auf die Farbe oder eine andere Eigenschaft der Haare ist. Der Gehalt der Haare an Eisenoxyd schwankt zwischen 0,058 und 0,390%; immer enthalten die Haare etwas Kieselsäure und zwar die der Thiere durchschnittlich mehr als die des Menschen.

Wolle, Borsten, Federn. Wolle und Borsten haben ziemlich gleiche Zusammensetzung mit den Haaren; die Federn sind dagegen viel ärmer an Sauerstoff und zeichnen sich namentlich durch einen grössern Kieselsäuregehalt aus.

Contractile Faserzellen.

Diese Zellen kommen zu Bündeln und Häuten gruppirt in den sogenannten glatten Muskeln vor; sie finden sich aber auch vielen andern Geweben eingestreut, welche ihnen eine durch Nerveneinflüsse bedingte Contractilität verdanken. **Glatte Muskeln.**

Die Zellen stellen sich gewöhnlich als lange spindelförmige, schmale Fasern dar mit fein auslaufenden Enden; oft bilden sie auch in die Länge gezogene viereckige oder keulenförmige Plättchen, nicht selten mit gefranzten Rändern; in den meisten ist ein vorzüglich auf Essigsäurezusatz erkennbarer cylindrischer oder stäbchenförmiger, völlig homogener Kern ohne Kernkörperchen enthalten. **Form der Zellen.**

Ausser durch *verdünnte Essigsäure* wird auch durch *höchst-verdünnte Chlorwasserstoffsäure* (1 Th. S. auf 3000 Th. W.) die Zellsubstanz pellucider und die Kerne sichtbarer gemacht. Längere Einwirkung der verdünnten Säure oder concentrirtere Essigsäure löst die Zellsubstanz unter Zurücklassung meist gurkenkernförmiger Kerne und feiner Fettkörnchen auf (*F.* T. 14, F. 6). **Mikrochemische Reactionen.**

In *concentrirter Salzsäure* schrumpfen die Faserzellen zusammen, Kerne werden dabei nicht sichtbar; auf Zusatz von Wasser quellen sie aber wieder stark auf.

Durch mässig verdünnte *Salpetersäure* werden die Faserzellen sehr scharf contourirt und etwas zusammengezogen, so dass sie oft da, wo sie schwerer erkennbar sind, recht gut sichtbar gemacht werden können; durch concentrirte Salpetersäure werden sie in gelblich gefärbte Fibrillen verwandelt.

Durch concentrirte Schwefelsäure, Chromsäure, ätzende Alkalien werden die Faserzellen zerstört oder wenigstens so verändert, dass dadurch ihre Constitution nicht weiter aufgehellt zu werden vermag.

In mässig concentrirten Lösungen *kohlensauren Kali's oder Natrons* erleiden die Faserzellen keine sichtbare Veränderung; auch längere Digestion mit einer sehr verdünnten *Salpeterlösung* lässt die Zellen völlig unverändert.

Eine Sarkolemma ist an den organischen Muskeln auch chemisch nicht nachzuweisen.

Kernsubstanz. Die chemische Natur der Kernsubstanz der Faserzellen ist noch unbekannt.

Zellsubstanz besteht wesentlich aus Syntonin. Die Zellsubstanz löst sich, wie erwähnt, in sehr verdünnter Salzsäure; durch Neutralisation der Lösung scheidet sich eine anfangs kaum sichtbare Gallert aus, die endlich sich in Flocken auf dem Boden der Flüssigkeit ansammelt; die Lösung in Kalkwasser gerinnt beim Kochen; jene durch Neutralisation ausgeschiedenen Flocken sind in Alkalien und verdünnten Säuren leicht löslich, aber nicht in Lösungen von kohlensaurem Kali oder Salpeter. Diese Substanz stimmt also völlig mit dem Syntonin, d. h. dem Fibrin der quergesreiften Muskeln überein.

Chemische Constitution des Saftes glatter Muskeln. Dem Gewebe der organischen Muskeln (vielleicht überhaupt dem contractilen Gewebe thierischer Organismen) gehört integrirend auch der dasselbe durchdringende und die einzelnen Zellen umspülende Saft an. Dieser unterscheidet sich vom Blutplasma und den Transsudaten der serösen Häute, wie des Bindegewebes u. s. w. hauptsächlich durch seine saure Reaction; er enthält neben Albumin mehr oder weniger Caseïn in Lösung, etwas Kreatin, nicht geringe Mengen Milchsäure und verhältnissmässig mehr Kali- als Natronverbindungen.

Quergestreifte Muskelfasern.

Morphotische Beschaffenheit. Die Längsstreifung, welche man an den feinern, noch mit blossen Augen wahrnehmbaren Bündeln willkührlicher Muskeln wahrnimmt, zeigt sich bei mikroskopischer Untersuchung als herrührend von noch feinern Faserbündeln, welche rundliche, unregelmässig plattgedrückte, oft hexagonale Cylinder mit deutlicher Querstreifung darstellen. Diese feinsten, quergestreiften Bündel bestehen aus dicht an einander liegenden, fast perlschnurförmigen Fäden, welche von einer structurlosen, glatten Hülle (Sarkolemma) eng umgeben sind. Blutcapillaren und Nervenfäden verlaufen zwischen den durch Bin-

Primitivbündel. Sarkolemm.

degewebsfasern zusammengehaltenen Sarkolemmen der verschiedenen Primitivbündel. Am Sarkolemm sind hie und da rundliche Kerne wahrzunehmen; an dem vom Sarkolemm eingeschlossenen Muskelcylinder lässt sich eine Längsfaserung und eine Querstreifung deutlich unterscheiden; manche denken sich daher diese Cylinder aus langen, quergestreiften Fibrillen, andre aus über einander gelagerten Scheiben zusammengesetzt. Zwischen diesen Fäden der Primitivbündel dürfte noch eine Zwischensubstanz befindlich sein; vielleicht umspült die einzelnen Fäden der den Muskeln eigenthümliche saure Saft.

Verdünnte Essigsäure und höchst verdünnte Mineralsäuren machen die Primitivbündel aufquellen und erblassen, die Querstreifen deutlich, eine Längsfaserung nur selten wahrnehmbar; die Kerne parallel der Längsachse in die Länge gezogen; das Sarkolemm bleibt unverändert (*F.* T. 15, F. 1). Mikrochemische Reactionen.

Durch concentrirte Salzsäure oder nur wenig verdünnte Schwefelsäure zerfallen die Primitivbündel in ziemlich kurze Parallelopipeda mit deutlicher Querstreifung; Kerne und Sarkolemm sind nicht erkennbar (*F.* T. 15, F. 3). Ebenso verhält sich concentrirte Salpetersäure, nur mit dem Unterschiede, dass die Parallelopipeda gelb gefärbt sind (*F.* T. 15, F. 2). Auch Chromsäure spaltet die Primitivcylinder in intensiv gelbe, parallelopipedische Stücke; an diesen tritt aber die Längsstreifung oft ebenso deutlich hervor, wie die Querstreifung.

Sind praeparirte Muskelbündel längere Zeit mit Salpeterlösung (1 Th. in 17 Th. W.) bei 35° digerirt worden, so wird an den Primitivbündeln die Längsstreifung in vorzüglicher Weise sichtbar; der aus dem Sarkolemm hervorragende Theil des Muskelcylinders ist in einen Büschel einzelner Fäden gespalten (*F.* T. 15, F. 4).

Durch das Gemenge von salpetersaurem mit salpetrigsaurem Quecksilberoxydul werden die Primitivbündel in blassbläulichrothe Parallelopipeda gespalten, an

denen die feinste und schärfste Querstreifung sichtbar ist. Das Sarkolemm bleibt ungefärbt.

In mässig verdünnten Lösungen von kohlensaurem Kali werden die Muskeln hart und rigid; unter dem Mikroskop erscheinen die Primitivbündel etwas angeschwollen, ohne Längsstreifen, mit feiner und scharfer Querstreifung.

Höchst verdünnte Natronlauge (1 Th. in 8500 Th. Wasser) verwandelt den Muskelcylinder in eine schleimige Masse, so dass fast nur das im Querdurchmesser contrahirte Sarkolemm noch sichtbar bleibt. Lässt man zu einem frischen Praeparate unter dem Mikroskop verdünnte Kali- oder Natronlauge fliessen, so quellen die Cylinder stark auf, die Querstreifung verschwindet und aus dem Sarkolemm tritt eine theils fadige, theils körnige, sehr durchsichtige Gallert hervor.

Iodwasser färbt die Muskelprimitivbindel intensiv gelb und lässt die Längsstreifen besonders deutlich hervortreten, die Querstreifen werden weniger distinct.

Durch wiederholtes Auslaugen mit destillirtem Wasser verlieren die Primitivbündel die Querstreifung, während die Längsfaserung recht deutlich hervortritt; durch Salze, namentlich Chlorcalcium oder kohlensaures Kali, wird die erstre wieder sichtbar.

Chemische Constitution der Grundsubstanz der Muskeln.

Die Grundsubstanz der Muskeln, d. h. die eigentliche Fibrillensubstanz, welche ebensowohl durch sehr verdünnte Alkalien als durch verdünnte Salzsäure (1 p. m.) aufgelöst wird, stimmt völlig mit dem Syntonin der Faserzellen überein.

der Kernsubstanz,

Die chemische Natur der Kernsubstanz ist noch nicht genau erforscht: sie ist nicht ganz unähnlich der Fibrillensubstanz; durch verdünnte Alkalien wird sie nur wenig langsamer aufgelöst: in concentrirten Alkalien quillt sie auf und löst sich auf nachmaligen Zusatz von Wasser: selbst in Essigsäure und höchst verdünnten Mineralsäuren, die sie anfangs deutlicher machen, löst sie sich allmählig auf.

der Körnchen.

Die in den durch Säuren und Alkalien entleerten Sarkolemmen sichtbaren Körnchen bestehen grösstentheils aus Fett.

Die mikrochemischen Reactionen des Sarkolemms und seine Unfähigkeit durch Kochen in Leim verwandelt zu werden, beweisen hinlänglich, dass es nicht dem Bindegewebe angehört; seine in Säuren und Alkalien unveränderliche Elasticität deutet wenigstens an, dass es dem elastischen Gewebe nicht fern stehe. des Sarkolemms,

Der die Muskeln durchtränkende Saft ist frisch ausgepresst gewöhnlich weisslich trüb oder opalisirend von Fett und reagirt stark sauer. Er enthält Albumin, Caseïn, Kreatin, Kreatinin, Inosinsäure, Milchsäure und mehrere flüchtige Fettsäuren, worunter hauptsächlich Essigsäure und Ameisensäure, aber keine Spur von Harnstoff. des Muskelsaftes.

Merkwürdig ist, dass nur in dem Safte des Herzfleisches jenes Kohlenhydrat, der *Inosit*, vorkommt.

Ob die Muskeln einen eigenthümlichen *Farbstoff* besitzen, ist noch unentschieden.

Rücksichtlich der anorganischen Bestandtheile des Muskelsaftes gilt dasselbe, was oben von denen des Saftes der organischen Muskeln bemerkt wurde; die Kalisalze und Phosphate sind darin bei weitem überwiegend über die Natronsalze und Chlormetalle; in ähnlicher Weise ist das Talkerdephosphat über das Kalkphosphat darin überwiegend. Schwefelsaure Salze kommen höchstens spurweise vor.

Der Wassergehalt frischer Muskeln wurde beim Rinde = 77,4%, beim Menschen 80% gefunden; an leimgebender Substanz lassen sich 2 bis 6% ausziehen, ebenso verschieden sind der Fettgehalt und die Menge der löslichen Bestandtheile des Fleisches; erstrer beträgt selbst in gut praeparirten Muskeln 2 bis 4%: die letztern betragen 6 bis 8%.

Nervengewebe.

Von den Nervenfasern oder Nervenröhren giebt es zwei Arten, die jedoch die leisesten Uebergänge zu einander zeigen.

Die gröbern Nervenfasern (*animale, cerebrospinale*) bilden cylindrische Fäden von 0,004 bis 0,010''' Durchmesser; frisch (namentlich mit Eiweisslösung befeuchtet) untersucht Cerebrospinale Fasern.

erscheinen sie unter dem Mikroskop vollkommen homogen, durchsichtig, scharf contourirt; sind sie jedoch mit Wasser befeuchtet, so haben sie doppelte Contouren und gleichen breiten, dunkeln Bändern, in deren Mitte ein heller Streifen verläuft.

Hüllenmembran. Die Hülle oder Begrenzungshaut der Nervenröhre ist nur bei Anwendung gewisser Reagentien zu erkennen; sie ist eine vollkommen structurlose, glashelle, etwas elastische Haut.

Nervenmark. Der Inhalt der Röhre, das Nervenmark, welches in frischen Praeparaten vollkommen homogen erscheint, scheidet sich später, namentlich auf Zusatz von Wasser, in eine Corticalsubstanz und eine cylindrische Achsenfaser.

Corticalsubstanz. Die äussere Schicht des Inhalts der Nervenröhre, die *Cortical-* oder *Marksubstanz*, wird in dem erwähnten Falle dunkler, etwas krümlig oder körnig, während in der Längsachse der Nervenröhre ein heller, ziemlich scharf contourirter Faden, die *Achsenfaser* oder *Cylinderaxis*, sichtbar wird. Durch das Krümligwerden des Nervenmarks wird die Nervenröhre ungleichmässig ausgedehnt und contrahirt, so dass sie die sog. varicöse Form annimmt (*F.* T. 15, F. 5).

Achsencylinder.

Sympathische Fasern. Die feinern oder sympathischen Nervenfasern von 0,00212 bis 0,00300‴ Durchmesser gleichen mehr soliden Cylindern; sie scheinen nur aus Achsencylinder und Hüllenmembran zu bestehen.

Neurolemm. Die Bündel mehrerer Nervenfasern sind von einer fasrigen, stark glänzenden, weissen, dichten Haut umgeben, dem sog. Neurolemma, bestehend aus Bindegewebe mit vielen elastischen Fasern.

Ganglienkugeln. Die Nervenzellen oder Ganglienkugeln, welche in den Nervencentren vorkommen, sind von sehr verschiedener Form und Grösse; der Durchmesser der grössten erreicht 0,05 bis 0,06‴, der der kleinsten oft nur 0,002 bis 0,003‴; einige sind gross, fast sphaerisch oder oval; diese finden sich hauptsächlich in der grauen Substanz des Gehirns und Rückenmarks; ebendaselbst kommen auch spindelförmige, trapezoïdische, unregelmässig dreieckige mit mehrern sich oft noch

verästelnden Ausläufern vor. Zellen mit einem oder zwei sehr blassen Ausläufern finden sich in den Ganglien des Sympathicus. Die Nervenzellen bestehen aus einer Hüllenmembran, einem Kern mit Kernkörperchen und einem weichen, von Molecularkörnchen durchsetzten Inhalte.

Die Hüllenmembran ist structurlos, äusserst dünn, kaum sichtbar an den Nervenzellen des Gehirns und Rückenmarks; dick dagegen, leicht unterscheidbar und elastisch in den Zellen der Ganglien. Hüllenmembran.

Die Kerne, von 0,0015 bis 0,008‴ Durchmesser sind meist sphaerisch oder oval, scharf contourirt, mit klarem, fettähnlichem Inhalte und einem oder zwei rundlichen oder länglich-ovalen, backschüsselförmigen Kernkörperchen von 0,0005 bis 0,003‴ Durchmesser. Kerne.

Ausserdem ist die Nervenzelle von einer farblosen, halbflüssigen Masse erfüllt, in welcher feinere oder gröbere Körnchen suspendirt sind; oft ist die körnige Materie darin zu Haufen gruppirt.

In mit Alkohol gekochten Nervenfasern grenzt sich die Nervenscheide schärfer ab, der Inhalt ist durchscheinender, von matt granulirtem Ansehn: der Achsencylinder tritt aus den Enden einzelner Fasern hervor. Gleichbehandelte Nervenzellen erscheinen nur etwas matter granulirt als im frischen Zustande. Mikrochemische Reactionen. Alkohol.

Nach längerer Einwirkung von Aether auf Cerebrospinalnerven verschwinden deren doppelte Contouren, die Hülle wird sichtbarer, der körnige Inhalt blasser, hie und der Achsencylinder sichtbar. Auf die Nervenzellen hat Aether wenig Einwirkung. Aether.

Werden Nervenfasern mit concentrirter Essigsäure erwärmt, so tritt hie und da die Hüllenmembran deutlicher hervor; zwischen den innern Contouren bleibt ein blassröthlicher, darmförmig gewundener Streifen; an den Enden der zerrissenen Fasern ragt der Achsencylinder häufig als sehr blasser Faden hervor. Lässt man Essigsäure zu einem mikroskopischen Praeparate treten, so verkürzen sich die Nervenröhren und aus den Schnittenden treten neben granulöser Mark- Essigsäure.

masse die Achsencylinder hervor. In den sympathischen Fasern wird der Inhalt durch Essigsäure krümlig und zuweilen der Achsencylinder sichtbar.

Die Nervenzellen erhalten in verdünnter Essigsäure schärfere Contouren, der Zelleninhalt wird körniger, der Kern tritt deutlicher hervor. In concentrirter Essigsäure gehen die Nervenzellen allmählig ganz zu Grunde.

Concentrirte Mineral-säuren. In concentrirter Salzsäure werden die Nervenfasern der Länge nach verkürzt, dehnen sich aber im Querdurchmesser ausserordentlich aus; die Marksubstanz wird grobkörnig und dunkel; an den Schnittenden treten grobkörnige Massen aus, der Achsencylinder wird auf das deutlichste sichtbar. Aehnlich wirken concentrirte Salpetersäure (*F.* T. 15, F. 6) und Schwefelsäure, nur werden die Achsencylinder durch die erstere gelblich gefärbt und durch die letztre die ganze Nervenfaser und umgebende Flüssigkeit violett.

Chromsäure. Chromsäure contrahirt die Nervenfasern im Querdurchmesser dermaassen, dass die Hüllenmembran an einzelnen Stellen platzt und grobkörniges Mark aus den Rissen hervortritt; dabei sind die Fasern intensiv gelb gefärbt; manche werden durch Chromsäure so zerstört, dass nur der Achsencylinder neben der zerstreuten Markmasse auf das deutlichste sichtbar wird. Die Nervenzellen werden durch Chromsäure etwas contrahirt, sonst aber nicht sichtlich verändert.

Iodwasser. In Iodwasser werden die Nervenfasern blassgelb, ziemlich scharf begrenzt (die animalen verlieren ihre doppelten Contouren), die Scheide erkennbarer, das Nervenmark dunkler und feinkörnig; hie und da ragt ein blassgelblicher Achsencylinder aus der Nervenröhre hervor.

Quecksilber-salze. Quecksilberchloridlösung so wie das Gemeng von salpetersaurem und salpetrigsaurem Quecksilberoxydul machen die Nervenfaser hart und zäh; beim Zerzupfen so behandelter Nerven werden die Achsencylinder besonders sichtbar.

Kohlensaures Kali. In concentrirten Lösungen von kohlensaurem Kali quellen die Nervenröhren etwas auf, erscheinen aber wie darmförmig gewunden und gewulstet; die Marksubstanz wird durch-

scheinender; Achsencylinder und Scheide sind jedoch nicht erkennbar.

Natronlauge.

In verdünnter Natronlauge contrahirt sich die Scheide der Nervenfasern, die doppelten Contouren verschwinden, das Nervenmark tritt aus den zerschnittnen Enden in Körnchen und dunkeln Kugeln hervor; zuweilen sieht man den Achsencylinder gallertartig aufquellen und dann dem Auge verschwinden. Vorher mit Alkohol oder Aether behandelte Nervenfasern werden in verdünnter Natronlauge erheblich contrahirt und ganz blass, so dass sie wie vom Inhalte entleerte Nervenscheiden erscheinen. Die Nervenzellen schwellen in Natronlauge etwas auf, die Hüllenmembran wird deutlicher; der Kern pflegt aber allmählig zu verschwinden.

Kalilauge.

In concentrirter Kalilauge werden Nervenfasern wie Nervenzellen allmählig so zerstört, dass nur noch etwas granulöse Materie sichtbar bleibt.

Chemische Natur der morphotischen Elemente der Nervenfasern, der Hüllenmembran,

Um die Scheiden der einzelnen Nervenfasern zur Anschauung zu bringen, setzt man Nervenpraeparate, nachdem sie mit Salpetersäure gekocht waren, mit verdünnter Kalilauge in Berührung; der vorher granulöse Inhalt tritt dann in blassen Tropfen aus der Scheide. Auch wenn man vorher mit Alkohol und Aether behandelte Nervenfasern der Einwirkung concentrirter Essigsäure aussetzt, erhält man vollkommen leere Nervenscheiden (*F.* T. 15, F. 6).

Rücksichtlich der chemischen Constitution der Hüllenmembran der Nervenfasern lässt sich aus den mikrochemischen Reactionen derselben Folgendes schliessen: da sie in Essigsäure nicht gallertartig anschwillt, beim Kochen und bei Behandlung mit verdünnten Alkalien sich nicht auflöst, so kann sie nicht aus Bindegewebsstoff bestehen In concentrirter Essigsäure und Schwefelsäure, so wie in starker Natron- oder Kalilauge löst sie sich nach längerer Behandlung namentlich durch Erwärmen auf; demnach kann sie dem elastischen Gewebe nicht angehören; da sie aber in den genannten Menstruen verhältnissmässig schwerlöslich ist und durch concentrirte Salpetersäure nicht deutlich gelb gefärbt wird, so kann

sie auch keine Proteïnsubstanz sein, wiewohl sie der letztern noch näher als dem elastischen Gewebe steht.

der Achsencylinder, Der Achsencylinder besteht aus einer Proteïnsubstanz, welche dem Syntonin am nächsten steht, wie aus seinem Verhalten gegen Essigsäure, concentrirte Mineralsäuren und gegen Alkalien hervorgeht; vom Fibrin unterscheidet sich diese Substanz durch ihre Unlöslichkeit in kohlensaurem Kali und Schwerlöslichkeit in Essigsäure, vom Syntonin durch die Unlöslichkeit in verdünnter Salzsäure; den Substraten andrer Gewebe steht diese Materie noch ferner.

des Nervenmarks. Ueber die chemische Constitution des Nervenmarks ist man noch nicht völlig im Klaren; die wahrscheinlichste Meinung ist für jetzt die, dass es einen löslichen Proteïnstoff und durch leicht zersetzbare Seifen gelöste Fette enthalte; das Sichtbarwerden (sog. Gerinnen) des Marks, welches auf Zusatz von Wasser u. s. w. eintritt, dürfte weniger die Folge einer Coagulation der Proteïnsubstanz als vielmehr die der Trennung des Fetts von den sich zersetzenden Seifen und dem Proteïnkörper sein.

Chemische Natur der Bestandtheile der Nervenzellen. Noch weniger Bestimmtes lässt sich aus obigen Reactionen über die chemische Constitution der morphotischen Elemente der Nervenzellen erschliessen. Die Hüllenmembran ist in Essigsäure schwerlöslich und in kohlensaurem Kali unlöslich, steht also in dieser Hinsicht dem Syntonin nahe. Die *Kerne* der Nervenzellen verhalten sich wie die der meisten thierischen Zellen; wir wissen also auch über ihre chemische Natur nichts Näheres. Der granulirte *Inhalt* der Nervenzellen besteht jenen Reactionen zufolge aus einer theils gelösten, theils nur aufgequollenen Proteïnsubstanz und enthält weit weniger Fett als das Mark der Nervenfasern.

In Nerven- und Hirnsubstanz ist enthalten · Nach den Grundlagen, welche die mikrochemischen Untersuchungen der Nerven geben, ist bis jetzt die Hirn- und Nervensubstanz noch nicht untersucht worden. Die gröbern Untersuchungen grösserer Nervenparthien und des Gehirns insbesondere haben Folgendes ergeben:

eine Proteïnsubstanz, Nach den meisten Analytikern findet sich in der Nervenmasse eine coagulirte Proteïnsubstanz; die obigen mikro-

chemischen Experimente lehren aber, dass die im Nervenmarke enthaltene eiweissartige Materie durchaus in löslichem Zustande befindlich sein muss; im Betreff des Achsencylinders, der ebenfalls eine proteïnartige Grundlage hat, ist es noch keineswegs entschieden, ob derselbe sich nicht erst in Folge chemischer Behandlung bilde durch das Gerinnen einer syntoninähnlichen Substanz; wenigstens muss die vollkommne Homogeneität des Marks frischer Nerven die Annahme eines praeformirten Achsencylinders immer noch zweifelhaft erscheinen lassen.

Leider sind wir auch über die Fette der Nervensubstanz, soviel darüber auch schon experimentirt worden ist, noch keineswegs aufgeklärt. Man zählte gewöhnlich alles zu den Hirnfetten, was sich in heissem Aether und siedendem Alkohol auflöst; darunter sind aber eine Reihe noch nicht hinlänglich charakterisirter Substanzen, welche theils offenbar zu den Fetten gehören, theils von den Fetten sehr abweichende Eigenschaften zeigen; soviel ist ausgemacht, dass aus dem Aetherextract der Gehirnsubstanz Elaïn, Oelsäure und Margarinsäure ausgeschieden werden können; ebenso findet sich constant Cholesterin, neben diesem aber noch zwei Substanzen, die besonders noch einer genauern chemischen Untersuchung bedürfen, nämlich das Cerebrin und Lecithin. Verschiedene Fette, Cholesterin,

Das Cerebrin ist ein weisses, nur in heissem Alkohol und Aether lösliches Pulver, schmilzt erst über 100° und zersetzt sich dabei; es ist phosphorhaltig und besteht aus 66,8% Kohlenstoff, 10,7% Wasserstoff, 2,9% Stickstoff, 19,6% Sauerstoff und 0,4% Phosphor. Cerebrin,

Das *Lecithin* ist noch weniger genau bekannt, bildet eine klebrige Masse, die durch Säuren sowohl als durch Alkalien in Oelsäure, Margarinsäure und Glycerinphosphorsäure zerfallen soll. Lecithin,

Die Mineralstoffe des Gehirns bestehen aus Phosphorsäure, phosphorsaurem Kali, (um die Hälfte weniger) phosphorsaurem Natron und etwas Chlornatrium. Mineralstoffe,

Die Asche der grauen Hirnsubstanz reagirt stark alkalisch, die der weissen stark sauer. Reaction.

Quantitative Bestimmungen des Wasser- und Fettgehalts verschiedener Nervenparthien.

Die **quantitativen Bestimmungen**, welche man rücksichtlich der chemischen Constitution des Gehirns ausgeführt hat, beziehen sich hauptsächlich auf den Wassergehalt und den Gehalt an durch Aether extrahirbaren Materien. Die *weisse Substanz* des Gehirns ist erheblich ärmer an Wasser und reicher an Fett (=Aetherextract), als die graue Substanz. Rücksichtlich der einzelnen Hirnparthien steht überhaupt der *Wasser*gehalt so ziemlich im umgekehrten Verhältnisse zum *Fett*gehalte. Die Rindensubstanz der grossen Hemisphaeren des Gehirns enthält 84 bis 88% Wasser und 4,8 bis 6,5% Fett und sehr wenig Cerebrinsäure, die weisse Substanz vom Corpus callosum dagegen 63 bis 70% Wasser und 15 bis 21% Fett. Das meiste Fett und das wenigste Wasser wurde in der *Medulla oblongata* gefunden.

Das Gehirn *Neugeborner* enthält mehr Wasser als das *Erwachsener*, das von *Greisen* wird wieder wasserreicher als das der letzteren.

Phosphorgehalt.

An **Phosphor** wurden im Aetherextracte 1,68 bis 2,53% gefunden; einen constanten Unterschied im Gehalte des Gehirns an diesem Stoffe bei verschiedenen Thieren und den Menschen hat man nicht gefunden; bei Thieren schwankt der Phosphorgehalt übrigens zwischen 1,53 und 3,40%.

An in Aether unlöslichen Substanzen (Proteïnstoffen und Hüllenmembranen) fand man in der weissen Substanz 14 bis 16%, in der grauen 9 bis 11%; bei jungen Subjecten durchschnittlich weniger als bei älteren.

Exsudate.

Charakteristik der Exsudate.

Die Exsudate haben manche Aehnlichkeiten mit den Transsudaten und sind daher bis auf die neueste Zeit mit denselben in eine Classe geworfen worden, zumal da auch mannigfache Uebergänge von der einen Gruppe von Ausschwitzungen in die andre oft genug statt finden. Allein wissenschaftlich aufgefasst müssen die Exsudate durchaus von den Transsudaten getrennt und unterschieden werden. Durch ihre Genesis, die Art ihrer Ausscheidung aus dem Blute, ihre physikalischen

Eigenschaften und ihren Gehalt an gewissen Bestandtheilen unterscheiden sie sich wesentlich von den Transsudaten.

Die Bildung von Transsudaten sahen wir (S. 133) abhängig von einfachen physikalischen Gesetzen; ohne wahrhaften Stillstand der Blutsäulchen in den Capillaren durchdrangen nur Bestandtheile der Blutflüssigkeit die Wände jener Gefässe theils ob vermehrter Penetrabilität derselben theils ob erhöhter Transsudabilität des Liquor sanguinis; die Exsudate entstehen nur in Folge wahrhafter Entzündung d. h. völliger Stasis des Bluts in den Capillaren, Veränderung von dessen physikalischen Eigenschaften und partieller Ruptur der Gefässe. Deshalb müssen die Eigenschaften und Bestandtheile der Exsudate auch andere sein, als die der Transsudate. Unterscheidung von Transsudaten.

In den Exsudaten finden wir immer sehr erhebliche Mengen Faserstoff, weit mehr Albumin als in den Transsudaten; unter den Salzen treten die Phosphate und Kaliumverbindungen mehr hervor; fast immer, in frischen Exsudaten constant, finden wir mehr oder weniger veränderte Blutkörperchen, die in wahren Transsudaten durchaus fehlen. Hauptsächlich unterscheiden sie sich aber von den letzteren durch die Fähigkeit oder Geneigtheit, sich zu metamorphosiren; während nämlich die Transsudate lange Zeit in den Höhlen, in die sie ergossen, verweilen, ohne selbst in ihrer Zusammensetzung wesentliche Veränderungen zu erleiden, zeichnen sich alle Exsudate ohne Ausnahme dadurch aus, dass morphotische Bildungen sich in ihnen entwickeln, eine gewisse Plasticität nie fehlt und dass sie fast fortwährend in morphotischer wie in chemischer Hinsicht Veränderungen erleiden. Gehen die gebildeten Exsudate auch nicht in wahrhaftes Gewebe oder in Zellen über, so findet man in ihnen doch stets einige Zeit nach ihrer Ausscheidung neben dem coagulirten Faserstoff morphotische Elemente, welche jene Disposition zu weiterer Formbildung andeuten.

Diese grössere oder geringere Plasticität der Exsudate gegenüber der völligen Bildungslosigkeit der Transsudate weist darauf hin, dass in den nur in den Exsudaten vorkommneden Stoffen der Grund der Plasticität zu suchen ist. Solche Stoffe Plasticität der Exsudate,

können unsern jetzigen Kenntnissen nach nur folgende sein: Fibrin, Phosphate und das Haematokrystallin der mit ins Exsudat übergegangenen Blutkörperchen.

unabhängig vom Fibringehalt; Man nimmt gewöhnlich an, dass vom Fibringehalte die Bildungsfähigkeit der Exsudate wesentlich bedingt werde; allein da wir auch Transsudate, z. B. bei sog. acutem Hydrops kennen, in welchen bei Gegenwart nicht geringer Mengen Fibrins keine Formbildungen statt haben, so dürfte die Plasticität wenigstens nicht einzig und allein vom Fibringehalte abzuleiten sein. Es ist daher mehr als wahrscheinlich, dass die Bestandtheile der durch den Entzündungsprocess in den Capillaren oder ausserhalb derselben im Exsudate zerstörten Blutkörperchen die Bildungsfähigkeit der Ausschwitzung bedingen. Zunächst würde man dabei an den organischen Inhalt der Blutkörperchen, an das so wandelbare Haematokrystallin denken: allein da dasselbe in der plastischen blutkörperchenfreien Flüssigkeit frischer Schnittwunden gänzlich zu fehlen scheint, so ist eine solche Annahme wenigstens höchst bedenklich. wenigstens theilweise bedingt durch Phosphate. Man hat daher besonders den Phosphaten die Fähigkeit zugeschrieben, ein Exsudat plastisch zu machen; dafür spricht nun auch die Erfahrung, dass überall, wo Zellen und Fasern sich bilden, selbst bei niedern Thieren, deren Organismus arm an solchen Salzen ist, sich Phosphate in nachweisbaren Mengen anhäufen, und andererseits die Thatsache, dass das Blut, welches von sehr lebensthätigen Organen z. B. den Muskeln, in welchen der Wiederersatz am thätigsten ist, abfliesst, weit weniger Phosphate enthält, als jenes venöse Blut, welches aus den Capillaren weniger lebenskräftiger Organe hervorgeht. Endlich haben auch mehrere sorgfältige Analysen gelehrt, dass selbst in den plastischen Wundsecreten, welche frei von Blutkörperchen sind, sich mehr Phosphate vorfinden als in dem Liquor sanguinis desselben Organismus. Es ist daher kaum mehr zu bezweifeln, dass die Phosphate zur Bildung von Zellen und Geweben nothwendig sind (wir finden ja in diesen stets auch Phosphate): allein dass durch sie die Plasticität eines Exsudats lediglich bedingt werde, ist dadurch noch keineswegs entschieden.

Die chemischen Umwandlungen, von denen die verschiedenen sichtbaren morphotischen Veränderungen der Exsudate begleitet sind, hat man bis jetzt noch nicht genau verfolgen können; ja es fehlt fast ganz an Untersuchungen, durch welche wenigstens der chemische Thatbestand der Exsudate in ihren verschiedenen Entwicklungsstufen ermittelt wäre; nur von jener Umwandlungsform des Exsudats, die man Eiterung nennt, hat man zwar zahlreiche, aber nicht sonderlich genaue und durchaus ergebnissarme Untersuchungen. Wir müssen daher alle andern Exsudatformen in chemischer Hinsicht als ein völlig unbekanntes Land betrachten. Das thatsächlich Feststehende rücksichtlich der Constitution des Eiters beschränkt sich auf Folgendes: Umwandlungen der Exsudate.

Das eitrige Exsudat bildet eine meist gelbliche, dicke Flüssigkeit, die sich durch einen bedeutenden Gehalt an ziemlich gleichmässig in ihr vertheilten Körperchen vor andern Exsudaten auszeichnet. Der Eiter zerfällt also gleich dem Blute in Körperchen und Intercellularflüssigkeit oder Serum. Eiter.

Diese Körperchen, meist von 0,004 bis 0,005''' Durchmesser, bestehen aus einer oft granulirt oder gefaltet erscheinenden Hüllenmembran, einem zähflüssigen, hyalinen Inhalte und einer der Hüllenmembran anhaftenden, also excentrisch lagernden Kernsubstanz. Da in der Lymphe, im Blute, im Schleim der Schleimhäute ganz ähnlich constituirte Elemente vorkommen, so hat man vorgeschlagen, die sog. Lymphkörperchen, farblosen Blutkörperchen, Schleim- und Eiterkörperchen unter der gemeinschaftlichen Bezeichnung cytoïde Körperchen d. h. zellenähnliche Molecüle zusammenzufassen (*F.* T. 11, F. 3). Eiterkörperchen oder cytoïde Körperchen.

Weniger noch als beim Blute die rothen Blutkörperchen gelingt es diese Körperchen getrennt von der Intercellularflüssigkeit zu untersuchen; wir kennen noch kein mechanisches Mittel, um die Körperchen vom Eiterserum abzuscheiden; denn auch durch Zusatz von Salzen werden die Körperchen nicht filtrirbar; gleich den Blutkörperchen besitzen sie zwar auch ein Senkungsvermögen, allein dieses ist so gering, dass der Eiter, ehe nur eine geringe Senkung stattgefunden Unmöglichkeit der Trennung der Körperchen vom Serum des Eiters.

und klares Serum an der Oberfläche sich gebildet hat, in der Regel schon einer Zersetzung unterlegen ist.

Zersetzungsformen:

Saure Gährung.

Der Eiter unterliegt nämlich bei Zutritt der Luft sehr bald mancherlei Umwandlungen; er kann in saure Gährung und in alkalische oder Fäulniss übergehen. Die saure Gährung des Eiters tritt namentlich bei mittlerer Temperatur in wohlverkorkten Gefässen ein; er verliert bald seine normal alkalische Reaction und wird endlich sauer; es bilden sich flüchtige und nichtflüchtige Fettsäuren; Buttersäure ist chemisch nachweisbar; die aus dem vorher neutralen Fett gebildete Margarinsäure durch das Mikroskop sehr leicht zu erkennen (*F*. T. 11, F. 5). Die Einwirkung der Säuren auf die Körperchen ist der Grund, weshalb in letztern die vorher gar nicht oder undeutlich wahrnehmbaren Kerne sichtlicher hervortreten.

Alkalische Gährung.

Unreiner Eiter d. h. schleim- oder bluthaltiger oder von Geschwüren abgesonderter sog. schlechter Eiter geht bald in die alkalische Gährung über, ohne vorher der sauren unterlegen zu haben; er beginnt nach Ammoniak und Schwefelammonium zu riechen, die Eiterkörperchen werden verzerrt oder zerfliessen zu einer gallertartigen Masse, Kerne sind weder isolirt noch in den Körperchen wahrzunehmen, man erkennt endlich nur Molecularkörnchen und Vibrionen.

Die Körperchen sind endosmotischen Strömungen sehr zugänglich.

Gleich den Blutkörperchen sind die cytoïden Körperchen endosmotischen Strömungen ausserordentlich zugänglich; ihre diametrale Grösse hängt daher zum grossen Theil mit von dem specifischen Gewichte der Intercellularflüssigkeit ab; daher sind sie im Speichel grösser als im Eiter, im Blute dagegen kleiner.

Mikrochemische Reactionen:

Da die Intercellularflüssigkeit zweifelsohne in bestimmtem Bezuge zur Intercellularflüssigkeit des Bluts steht, so werden dadurch auch in Krankheiten, wo die Blutmischung alterirt ist, die Verschiedenheiten in der Grösse der Eiterkörperchen gleichzeitig abgesonderten Eiters erklärt. Denn verdünnt man

Wasser.

Eiter mit destillirtem Wasser, so sieht man die Körperchen stark aufquellen, die granulöse oder faltige Beschaffenheit der Hüllenmembran schwindet, die Kernbildung tritt deutlicher

hervor; einzelne Körperchen saugen soviel Wasser auf, dass sie platzen (*F.* T. 11, F. 4).

Aehnlich wie Wasser wirken höchst verdünnte Mineralsäuren oder mässig verdünnte Lösungen organischer Säuren; sie bedingen einen Strom aus der Intercellularflüssigkeit ins Körperchen. Man macht daher durch diese Mittel die Kernmaterie am kenntlichsten; der ursprünglich einfache, linsenförmige oder backschüsselförmig vertiefte Kern spaltet sich oft in Folge angewendeter Säure zu zwei, drei und mehr Bläschen, in denen oft noch ein oder zwei Körnchen (Kernkörperchen?) zu erkennen sind. **Verdünnte Mineralsäuren und organische Säuren.**

Lösungen neutraler Alkalisalze machen die Eiterkörperchen durch Wasserentziehung zusammenschrumpfen; sie verlieren daher ihre scharfen Contouren und werden zu kleinen, körnigen, zackigen Klümpchen (*F.* T. 11, F. 4). **Alkalisalze.**

Aetzende Alkalien wirken schnell zerstörend auf die Körperchen ein; in der Flüssigkeit sind endlich nur lichtere und dunklere Pünktchen erkennbar. **Aetzende Alkalien.**

Aus weiteren mikrochemischen Reactionen, welche verschiedene chemische Stoffe an den Bestandtheilen der Eiterkörperchen hervorbringen, ist über die chemische Constitution derselben wenig zu schliessen; Hüllenmembran, Kernsubstanz und zähflüssiger Inhalt geben mit Salpetersäure und salpetrigsaurem und salpetersaurem Quecksilberoxydul Reactionen, die, soweit sie wegen des gleichzeitig aus dem Eiterserum ausgeschiedenen Albumins erkennbar sind, den Proteïnsubstanzen entsprechen. Die lichteren und dunkleren Körnchen, welche nach Behandlung des Eiters mit ätzenden Alkalien noch sichtbar sind, bestehen aus Fett. **Andere Reagentien.**

Als zufällige morphotische Bestandtheile finden sich im Eiter häufig Fetttröpfchen, Blutkörperchen, Epithelien, sog. Exsudatzellen, Bindegewebsstücke u. s. w. **Zufällige morphotische Bestandtheile des Eiters.**

Das Eiterserum ist vollkommen klar, farblos oder schwach gelblich gefärbt, von schwach alkalischer Reaction, gerinnt beim Erhitzen zu einer dichten weissen Masse. Der Hauptbestandtheil des Eiterserums ist *Albumin*, welches sich **Eiterserum.** **Albumin.**

Schleimstoff, Caseïn, Pyin. gewöhnlich zu 1,2 bis 3,7% darin vorfindet. *Schleimstoff, Caseïn, Pyin* sind nur abnorme Bestandtheile des Eiters.

Andere Bestandtheile des Eiters gehören wahrscheinlich ebenso sehr dem Serum als den Körperchen an, wenigstens lässt sich darüber nichts entscheiden. Hieher gehört zunächst das Fett, von dem sicher ein grosser Theil den Körperchen zukommt; das aus dem Rückstande des Eiters extrahirte Fett besteht nicht blos aus Elaïn und Margarin, sondern enthält auch Oelsäure und Margarinsäure und Cholesterin, letzteres oft bis zu 1% des flüssigen Eiters. Ueberhaupt aber schwankt der Fettgehalt des Eiters zwischen 2 und 6%.

Fett.

Feste Bestandtheile. An festen Bestandtheilen enthält normaler Eiter 14 bis 16%. Der feste Rückstand des Eiters enthält aber 5 bis 6% Mineralstoffe; die unlöslichen Salze verhalten sich darin zu den löslichen = 1 : 7 bis 1 : 9.

In sogenanntem schlechten Eiter pflegt die Zahl der Körperchen abzunehmen; daher solcher Eiter weniger feste Bestandtheile, unter diesen aber relativ mehr Salze und zwar lösliche, enthält.

Mineralstoffe. In dem unlöslichen Theil der Mineralstoffe ist neben phosphorsaurem Kalk und Talkerde immer etwas schwefelsaurer Kalk und Eisenoxyd nachzuweisen.

Chlornatrium. Da der Eiter hauptsächlich reicher an löslichen Salzen ist, als das Blutserum, so ist auch der Chlornatriumgehalt des Eiters bei weitem grösser als der des Blutserums; durchschnittlich enthält der Eiter dreimal mehr Chlornatrium als das entsprechende Blutserum. Die Menge der in der Asche enthaltenen löslichen Phosphate schwankt zwischen 3 und 10%.

Phosphate.

Abnorme Bestandtheile. Abnormer Weise können im Eiter Gallenpigment, harzige Gallensäuren, Harnstoff und Zucker auftreten.

ZOOCHEMISCHE PROCESSE.

Kräfte und Gesetze organischer Bewegungen.

Wir verstehen unter Process gewöhnlich eine gewisse Summe zusammengehöriger Erscheinungen, welche in einer bestimmten Zeitfolge ihren Ablauf nehmen und endlich zu einer Art von Stillstand führen, den wir als Ergebniss oder Ziel der vorgängigen Bewegung betrachten. Mit unsern Sinnen nehmen wir nicht die Bewegung als solche wahr, sondern wir betrachten nur in verschiedenen Zeitpunkten die Stadien der Veränderungen, die an der Materie sichtbar sind. Begriffsbestimmung des Worts: Process.

Um daher einen Process, eine physikalische oder chemische Bewegung, zu begreifen, müssen wir die Aufeinanderfolge der Erscheinungen in einen idealen Zusammenhang bringen, müssen wir die ursächliche Abhängigkeit einer Erscheinung von der andern zu ermitteln suchen; wir erklären uns daher einen Process, wenn wir den ursächlichen Zusammenhang der einzelnen Erscheinungen der Bewegung uns verdeutlichen und den Gesammterfolg derselben auf eine allgemeinere bewegende Ursache zurückführen. Diese bewegende Ursache ist gewöhnlich ein allgemeinerer Gesichtspunkt, vom den aus wir verschiedene Reihen von Bewegungen überschauen können, deren Verschiedenheit nur durch die Differenz der Massen, an denen wir die Bewegung erkennen, oder die Verschiedenheit der Angriffspunkte auf dieselben bedingt wird. Jene allgemeinern Ursachen sind es, die man gewöhnlich Kräfte genannt Wissenschaftliche Erklärung der Processe. Kräfte und Gesetze.

hat und für die man einen kurzen Ausdruck in bestimmten Gesetzen gefunden hat.

Man zweifelte früher durchaus nicht daran, dass im thierischen Organismus bei den Lebensbewegungen ausser den bekannten Gesetzen der Physik und Chemie noch ein organisches Gesetz oder vielmehr eine unter ein Gesetz nicht beugsame Kraft, eine Lebenskraft, thätig sei. Schon die Massentheilchen, an denen die Lebensprocesse ihren Ablauf nehmen, d. h. die organischen Materien, sah man als wesentlich verschieden von andern chemischen Körpern an und stellte sie grossentheils ausser das Gesetz der Affinität, indem man ihre Entstehung und ihren Zusammenhalt nur einer eigenthümlichen organischen Kraft zuschreiben zu dürfen glaubte. Es ist aber durch die sorgfältigsten chemischen Untersuchungen erwiesen, dass die organischen Körper nach denselben Gesetzen constituirt sind und in ihren Umwandlungen denselben Gesetzen folgen, welche in der anorganischen Chemie ihre Geltung haben. Alle Unterschiede, die man zwischen organischen und anorganischen Körpern aufgestellt hat, sind zufällig, relativ, unwesentlich. Die Constitution der organischen Körper entspricht nur den Functionen, zu denen sie im lebenden Organismus bestimmt sind. Die Qualität der Massentheilchen, welche im Thierkörper den dort thätigen Kräften als Angriffspunkte dienen, entspricht stets den Functionen, die zur Erreichung der Zwecke des Lebens erforderlich sind. Für diesen Satz lieferte uns die Zoochemie, die Lehre von den thierischen Säften und Geweben die evidentesten Beweise (vgl. besonders S. 72 u. S. 216).

Lebenskraft.

Nur physikalische Kräfte sind im Organismus thätig.

Es versteht sich übrigens von selbst, dass der Erfolg der Einwirkung physikalischer Kräfte auf die von den anorganischen Körpern zwar verschieden gebildeten, aber nach denselben Principien wie jene erzeugten, viel wandelbarern Massentheilchen ein anderer sein muss als der, welcher aus der Action derselben Kräfte auf die einfachern Mineralstoffe hervorgehen wird. Wir werden also nothwendiger Weise im thierischen Organismus auf eine Anzahl Erscheinungen stossen müssen, die ausserhalb desselben nicht vorkommen, da die Substrate

Ursachen der Verschiedenheit rein physikalischer und organischer Erscheinungen.

des thierischen Körpers den physikalischen Kräften ganz andere Angriffspunkte bieten. Bei einer näheren Untersuchung der Lebenserscheinungen von diesem Gesichtspunkte aus finden wir, dass sehr viele derselben in dem einfachsten Abhängigkeitsverhältnisse stehen zu anderweit bekannten physikalischen Gesetzen, und dass meistens nur die verschiedene Anordnungsweise der einzelnen Elemente der Bewegung und die Verwicklung mehrfacher Bedingungen es ist, was den Lebensphaenomenen ein oft so specifisches Gepräge aufdrückt.

Sehr oft sind wir freilich noch nicht im Stande, einzelne Lebensprocesse in ihrem physikalischen Causalitätsverhältnisse aufzufassen; allein dies ist kein Grund, sogleich zu einer specifischen Lebenskraft seine Zuflucht zu nehmen; denn soweit auch bereits Physik und Chemie fortgeschritten sind, so sind doch gerade die Molecularkräfte selbst und ihre mannigfache Verkettung je nach den verschiedenen Umständen und Massenverhältnissen noch nicht einmal soweit erforscht, dass selbst in der leblosen Welt alle von ihnen abhängigen Erscheinungen erklärt d. h. in ihrer ursächlichen Verknüpfung erkannt zu werden vermöchten.

Die Mangelhaftigkeit unserer physikalischen Kenntnisse lässt uns noch nicht überall das physikalische Gesetz erkennen.

Es ist nun aber eine der leitenden Maximen der Naturforschung, dass wir nicht eher eine neue Kraft, eine allgemeinere specifische Ursache statuiren dürfen, als bis wir aus der betreffenden Gruppe von Erscheinungen alle andern möglicherweise einwirkenden Kräfte eliminirt haben. Ein Beweis für die Existenz einer rein vitalen Kraft wäre also nur durch Ausschliessung alles Physikalischen zu gewinnen. Dieser Beweis ist aber noch nicht zu führen, weil uns eben noch nicht alles Physikalische durchsichtig ist.

Der Beweis für die Annahme einer Lebenskraft ist durch Ausschliessung alles Physikalischen nicht zu führen.

Wir dürfen aber andererseits um so weniger eine Lebenskraft zur Erklärung thierischer Processe zu Hülfe nehmen, als der Begriff einer solchen Kraft nichts weniger als logisch begründet ist. Kraft ist nur der kurze Ausdruck für ein Gesetz, von dem aus der ursächliche Zusammenhang gewisser Erscheinungen abgeleitet werden soll; der Lebenskraft aber, so wie sie gewöhnlich aufgefasst worden ist, steht kein Gesetz zur Seite; im Gegentheil wird sie gewöhnlich als alle Gesetze

Der Lebenskraft steht kein bestimmtes Gesetz zur Seite.

überschreitend dargestellt; man fasst sie nur als einen nach Zwecken wirkenden Geist auf, nicht aber als nothwendige Bedingung einer Anzahl Folgeerscheinungen. Die Lebenskraft liegt also ganz ausserhalb der Sphaere der Naturforschung; denn diese hat sich zunächst nur mit dem ursächlichen Zusammenhange der Erscheinungen zu beschäftigen, während die Ermittlung der Zweckmässigkeit einer rein speculativen Disciplin, der Metaphysik, angehört.

Die Zweckmässigkeit der Lebenserscheinungen ist kein Beweis für die Existenz einer Lebenskraft.

Man hat gewöhnlich die Annahme einer Lebenskraft als eine unabweisliche Nothwendigkeit darzustellen gesucht. Zunächst hat man dafür die allerdings bewundernswerthe Zweckmässigkeit der meisten vitalen Processe angeführt: allein abgesehen davon, dass, wie wir eben gesehen, eine nur nach Zwecken wirkende Kraft ein physikalisches Unding ist, so hätte man erwägen sollen, dass auch in der sog. todten Natur die nur nach physikalischen Gesetzen erfolgenden Erscheinungen ebenfalls eine hohe Zweckmässigkeit verrathen, und dass andererseits die Lebenskraft häufig genug sehr unzweckmässig wirkt. So ist es z. B. eine sehr weise Einrichtung der Natur, dass das Eis im Winter auf Strömen und Seeen nicht untersinkt, da sonst diese sehr bald ganz zu Eis erstarren und Wassermangel eintreten würde; dies ist aber nicht die Wirkung einer weisen Lebenskraft der Erde, sondern nur die Folge des geringern specifischen Gewichts des Eises und seiner schlechten Wärmeleitungsfähigkeit. Dass übrigens die vermeintliche Lebenskraft oft sehr unzweckmässig wirke, lässt sich fast in jedem Krankheitsfalle beobachten.

Die morphotische Entwicklung thierischer Organismen kann ebenfalls keinen Beweis abgeben.

Einen zweiten Beweis für die nothwendige Existenz einer Lebenskraft hat man immer in der morphotischen Entwicklung thierischer wie pflanzlicher Gewebe und Organe zu finden geglaubt. Man hat es für unmöglich gehalten, dass die organischen, mathematischer Behandlung unzugänglichen Formen die Resultate physikalischer Gesetze sein könnten. Allein ist nicht z. B. Wärme das Primum movens, welches das Thierei zur Entwicklung disponirt? Im thierischen Ei sind die Bedingungen gegeben, unter denen die physikalische Kraft der Wärme, der auf verschiedene Stoffe so verschieden ein-

wirkenden Wärme, jene chemischen Umwandlungen hervorruft, aus denen die morphotischen hervorgehen. Wer hätte denn z. B. in dem sauren chromsauren Ammoniak die Bedingungen gesucht, vermöge deren die selbst nur auf einen Theil desselben wirkende Wärme dem sich erzeugenden Chromoxyd ein so grosses Volumen und so merkwürdige, den Theeblättern ähnliche Formen ertheilt? Und sind etwa die so entstandenen Formen dem mathematischen Calcul zugänglich?

Die längere Dauer, die organische Processe zu ihrem Ablauf brauchen, bildet keinen wesentlichen Unterschied von rein chemischen Processen.

Als einen besondern Beweis für die Wirkung einer Lebenskraft sah man auch die längere Dauer der organischen Bewegungen an, indem man die von rein chemischen Kräften abhängigen Processe nur an eine unmessbar kurze Zeit gebunden glaubte. Allein wir kennen jetzt in der Chemie selbst einfache Processe genug, die einer längern Dauer bedürfen; wir brauchen kaum an die Zersetzung der zusammengesetzten Aetherarten, der gepaarten Verbindungen u. s. w. zu erinnern.

Die Lebenskraft kann kein Erklärungsmittel bei wissenschaftlichen Forschungen abgeben.

Doch diese wenigen Andeutungen mögen genügen, um darzuthun, dass es in der physiologischen Chemie eben so unpraktisch als unwissenschaftlich sein würde, sich zur Erklärung der animal-chemischen Processe einer sog. Lebenskraft zu bedienen, und die ursächliche Aufeinanderfolge der Erscheinungen auf eine solche alle Schranken der Gesetzlichkeit überspringende Kraft zurückzuführen.. Auch in der physiologischen Chemie darf Erklären nichts anderes bedeuten, als das Zurückführen auf feststehende physikalische Gesetze. Sobald die physiologische Chemie eine Lebenskraft zulässt, giebt sie das Streben auf, dereinst einmal den exacten Wissenschaften beigezählt zu werden. Wenn irgendwo so sind im lebenden Körper die Naturerscheinungen sehr complicirter Art; das Erkennen der Naturgesetze ist daher hier auch schwieriger, als in irgend einem Theile der Naturforschung; der einzige feste Ankergrund, der uns bleibt, ist oft nur der, dass auch hier die Gesetze der molecularen Bewegungen ebenso unerschütterlich fest stehen, wie die der Gravitation an den Himmelskörpern. Selbst wer nach subjectiven Gefühlen sich irgendwelches Bild von einer Lebenskraft macht, muss sich bewusst sein, dass

auch im thierischen Organismus die Naturgesetze noch dieselbe Geltung wie ausserhalb des Organismus haben, und dass ein Erforschen, ein Erklären der thierischen Erscheinungen unmöglich ist ohne Anwendung physikalischer Gesetze.

Wesentliche Factoren des thierischen Stoffwechsels und die durch ihre gegenseitige Einwirkung bedingten Processe.

Wir haben zwar schon früher bei der Betrachtung der einzelnen Factoren des thierischen Stoffwechsels stets auf den Einfluss hingewiesen, den sie auf diesen oder jenen animalchemischen Process ausüben: allein dort haben wir nur die Grundlagen gesammelt, um eine allgemeinere Uebersicht über die Processe selbst und den Causalnexus der Erscheinungen zu gewinnen. Eine solche allgemeine Uebersicht lässt sich nur unmittelbar an die Zoochemie, an die Lehre von den chemischen Substraten des Thierkörpers anknüpfen, indem wir die eigentlichen, wesentlichen Vermittler des thierischen Stoffwechsels ins Auge fassen und die Umwandlungen verfolgen, welche sie während ihrer Function im lebenden Körper erleiden. Wir würden also hier alle diejenigen Processe zusammenfassen müssen, in welche die einzelnen chemischen Factoren thätig eingreifen und wobei sie selbst mannigfachen Veränderungen unterliegen und ihrem Untergange oder ihrer Abscheidung an die Aussenwelt entgegeneilen. Zur Erklärung dieser Processe bedarf es aber hauptsächlich zweier Momente, nämlich einer genauen Kenntniss der chemischen Constitution und Qualität jener Substrate und andererseits einer vertrauten Bekanntschaft mit allen Gesetzen moleculärer Stoffbewegungen. Leider können wir uns weder der einen noch der andern bis heute schmeicheln. Denn wie unzureichend, wie unvollkommen unsere chemischen Kenntnisse der Substrate sind, haben wir gerade an den wichtigsten derselben, an den Proteïnkörpern, sattsam kennen gelernt. Gerade aber die noch immerhin höchst mangelhafte Kenntniss der Gesetze molecularer Stoffbewegungen raubt uns geradezu die Mittel zur Erklärung; eine Verknüpfung mit physikalisch constatirten Sätzen ist deshalb oft noch unmöglich.

Allgemeinere Vorgänge des vegetativen Lebens.

In zweiter Linie können wir Reihen von Processen an einander knüpfen, die eine Uebersicht über gewisse allgemeinere Vorgänge des thierischen Lebens bedingen; dieser Theil

unserer physiologischen Betrachtungen wird mehr in der Lehre von den thierischen Säften seine Stütze finden; so werden wir zuerst alle die Processe in ihren einzelnen Stadien zu verfolgen und causal zu deuten haben, welche auf die Verdauung und Resorption der aufgenommenen Nahrungsmittel Bezug haben. Die Wechselwirkungen zwischen Verdauungsmitteln und Verdauungsobjecten so wie die physikalischen Bedingungen, welche den Uebergang des Verdauten in die allgemeine Säftemasse vermitteln, werden hier in Frage gestellt werden müssen.

Nachdem der Verdauungsprocess dem Organismus das Material geliefert hat, dessen er zur Vollführung der verschiedenen Lebensprocesse bedarf, ist es besonders ein Process, ohne welchen die Resultate der Verdauung d. h. Chylus und Blut nicht weiter verwerthet zu werden vermöchten, und der so tiefeingreifend in das ganze thierische Leben ist, dass schon ein kurzer Stillstand jenes Processes diesem den Untergang bringt; dies ist der Respirationsprocess. Ohne diesen gehörig erforscht zu haben, sind die Processe der Ernährung, der Bildung von Geweben, der Secretion und Excretion unbegreiflich. Wir fassen daher zum Schlusse alle die Processe zusammen, welche neben der Verdauung und Respiration das Bestehen des Lebens bedingen.

Allgemeiner Stoffwechsel.

Wenn wir auf die Beschaffenheit jener Stoffe zurückblicken, deren sich die Natur bedient, um die verschiedensten Wirkungen im lebenden Organismus zu erzielen und die mannigfachsten Zwecke zu erfüllen: so tritt uns hier, wie überall in der Natur, jene bewundernswerthe Einfachheit der Mittel und der Kräfte entgegen, durch welche die Welt der Erscheinungen in oft so unbegreiflichem Wechsel regiert wird. Sind es doch eigentlich nur vier Gruppen von Stoffen, an denen alle Lebenserscheinungen ihren Ablauf nehmen: die Proteïnkörper und ihre Abkömmlinge, die Fette, die sog. Kohlenhydrate und die anorganischen Salze.

Innige Beziehungen der wesentlichen Factoren des Stoffwechsels zu einander.

Welche Aehnlichkeiten, welche Uebereinstimmung in den verschiedensten Beziehungen bieten aber nicht die Glieder jeder einzelnen Gruppe unter sich dar! Aber nicht allein die grosse Analogie der einzelnen Glieder jeder Gruppe und ihre leichte Umwandlung in einander ist es, was diese Anordnung der organischen Molecüle so bewundernswerth und zum Dienste des Lebens so tauglich macht, sondern auch die eigenthümlichen Beziehungen, in denen die Glieder verschiedener Gruppen zu einander stehen. Manche Thatsachen sprechen dafür, dass die Proteïnkörper im thierischen Organismus in Zucker sowohl als in Fett neben andern Producten zerfallen können, und wiederum andre dafür, dass aus Kohlenhydraten Fette

hervorgehen können. Möglich, dass diese drei Gruppen der wesentlichsten thierischen Substrate in einem ähnlichen typischen Verhältnisse zu einander stehen, wie die einfachern organischen Säuren, die Halidbasen und die Ammoniakbasen unter einander.

Geringer Grad des Kraftaufwands zur Erregung vitaler Bewegungen.

Kennen wir auch noch bei weitem nicht alle molecularen Kräfte, welche bei den Umwandlungen dieser Körper zum Zwecke der Lebenserscheinungen in Anwendung kommen, so vermögen wir doch aus der Constitution, aus der Homologie dieser Körper und aus den nahen Beziehungen, in denen selbst die verschiednen Gruppen zu einander stehen, den Schluss zu ziehen, dass der Kraftaufwand, den diese Bewegungen erfordern, immerhin nur ein geringer sein wird. Wie verschiedenartig greifen die sonst fast identisch erscheinenden Proteïnkörper in das Getriebe des Organismus ein! Zu wieviel verschiedenen Zwecken werden nicht die homologsten Stoffe des Thierkörpers, die Fette, im Organismus verwendet! Die Kohlenhydrate, die einer oberflächlichen Betrachtung nach im Thierkörper nur ihrem Untergange entgegenzueilen scheinen, unterliegen den mannigfachsten Umsetzungen und Spaltungen, um von dieser oder jener Richtung aus in das scheinbare Gewühl der Lebenserscheinungen zweckmässig einzugreifen. Kali und Natron endlich, Materien, die der Chemiker Mühe hat auseinanderzuhalten und die sonst oft für einander zu vicariiren scheinen, werden im Leben benutzt, um die schärfsten Gegensätze zu bedingen, während die flüchtigste, schwächste der Säuren, die Kohlensäure, im Organismus unter Umständen denselben Dienst verrichten muss, wie die starke und starre Phosphorsäure. Das phosphorsaure Natron tritt in einem Augenblick als starke Basis auf, während es im andern mit Hülfe der Kohlensäure die Stelle einer Säure vertritt. Wir müssen die Unbedeutendheit des Kraftaufwands bewundern, dessen die Natur bedarf, um die wenigen Substrate zu den Zwecken des Lebens zu verwerthen.

Proteïnkörper

Der oberflächlichste Blick auf das Vorkommen des **Albumins** lehrt uns, dass dieses einer der wichtigsten Stoffe des Thierkörpers sein müsse; wir fanden es in grösster Menge im

Blute und in allen den thierischen Säften, die zunächst zur Ernährung der Organe bestimmt sind; eine nähere Untersuchung vieler thierischer Gewebe zeigte, dass das Albumin nur geringer Modificationen bedarf, um unter verschiedenen Gestalten sich zu consolidiren und bald unter der Form von Globulin die Krystalllinsenflüssigkeit zu bilden, bald unter der von Syntonin jene festen contractilen Theile zu erzeugen, durch welche willkührliche und unwillkührliche Bewegungen im thierischen Körper allein vermittelt werden; wir fanden es in gelöster und ungelöster Form in dem feinsten organischen Complexe wieder, im Inhalte der Nervenröhren, in welchem gewissermaassen die höchste Potenz alles thierischen Lebens niedergelegt ist.

dienen den lebensthätigsten Organen als Grundlage.

Leider können wir bei unsrer noch gänzlichen Unkenntniss der chemischen Constitution dieser Körper kaum zu einer Ahnung darüber gelangen, worauf die Umwandlungen des Albumins in Globulin, Syntonin u. s. w. beruhen und was eigentlich diese Stoffe zu jenen ebenso verschiedenen als wichtigen Lebensfunctionen befähige.

Aus ihnen gehen alle stickstoffhaltigen, nicht eiweissartigen Stoffe und Gewebe hervor.

Den Thierkeim finden wir in eine an Albumin und Caseïn reiche Flüssigkeit gelagert; aus ihr bezieht der Keim die zu seiner Entwicklung nöthigen Stoffe; auch dem Säuglinge wird zu seiner Ernährung in der Milch eine Flüssigkeit zugeführt, die neben Zucker und Fett nur einen salzreichen Proteïnkörper, das Caseïn, enthält. Zu einer Zeit also, wo der Organismus zur Entwicklung der leimgebenden, nicht albuminösen Gewebe des grössten Zuschusses von aussen bedarf, wird ihm neben jenen stickstofflosen Körpern nur Proteïnsubstanz zugeführt; aus ihr müssen also erst im thierischen Organismus die leimgebenden Gewebe, das elastische Gewebe, kurz alles stickstoffhaltige, was nicht albuminös ist, nothwendiger Weise hervorgehen. Finden doch auch die pflanzenfressenden Thiere in ihrer Nahrung keine leimerzeugenden Stoffe, sondern neben jenen stickstofflosen nur Proteïnkörper.

Es kann also kein Zweifel darüber obwalten, dass aus Caseïn und Albumin alle festen Gewebssubstanzen hervor-

gehen; da die letztern aber durchschnittlich weit reicher an Sauerstoff als die Proteïnkörper sind, so ist es mehr als wahrscheinlich, dass der durch die Lungen dem Blute zugeführte Sauerstoff jene Umwandlung der Proteïnstoffe in die verschiedenen Gewebsmaterien bedingt. Den Process dieser Erzeugung der Gewebe, die einzelnen Stadien dieser Umwandlung des Proteïnstoffs in Gewebsmaterien, die einzelnen Zwischenstufen kennen wir noch viel zu wenig, als dass wir wagen dürften, diese Vorgänge in einzelnen chemischen Gleichungen anschaulich zu machen. Waren auch Gründe dafür da, dass das Albumin sich zunächst in Fibrin umwandle, ehe es zur Bildung leimgebender Gewebe dient, und dass ein Gewebe immer erst ein chondringebendes oder ein schleimgebendes (Bindegewebe des Foetus) war, ehe es ein leimgebendes wurde: so ist damit noch lange nicht der factische Thatbestand des fraglichen Processes ermittelt. Denn wäre auch von chemischer Seite die rationelle Zusammensetzung aller dieser Stoffe genau bekannt, so würden wir doch bei unsrer Unkenntniss der einzelnen Bedingungen des Processes nicht mit Sicherheit entscheiden können, welcher von den vielen möglichen Combinationen und in Formeln ausdrückbaren Vorstellungsweisen der Vorzug zu geben sein möchte. Wir dürfen nicht glauben, dass die einfachste Formel, die einfachste Vorstellungsweise bei Erklärung dieser Processe allemal die richtige sein müsse. Da ohne Concurrenz von Fetten und gewissen Salzen keine Zelle, keine Faser gebildet zu werden scheint, so möchten diese wohl als integrirende Factoren solcher Processe meistens mit in die chemische Gleichung aufzunehmen sein; ja von manchen Stoffen des Thierkörpers, z. B. den stickstoffhaltigen Säuren der Galle, lässt sich fast mit Gewissheit behaupten, dass sie nicht einfache Umwandlungsproducte der Proteïnkörper sind, sondern dass zu ihrem Complexe auch die stickstofflosen Träger der thierischen Stoffmetamorphose mit beitragen. Bei allen Erklärungsversuchen der Bildung und Umwandlung jener stickstoffhaltigen Körper bewegen wir uns nur in einem Kreise von Wahrscheinlichkeiten oder Möglichkeiten, ohne noch irgend eine festere Basis für diese oder jene Anschau-

Schwierigkeit, die Umwandlungen der Proteïnkörper zu erklären.

ungsweise gewonnen zu haben. Nur soviel geht aus dem einfachen Vergleiche der empirischen Zusammensetzung jener Substanzen und aus entsprechenden statistischen Untersuchungen über den Stoffwechsel im Thierkörper mit einiger Gewissheit hervor, dass die verschiedenen Phasen, unter welchen das stickstoffhaltige Molecül im Thierkörper erscheint, wesentlich unter dem Einflusse des respirirten Sauerstoffs stehen, und dass dieser unter den verschiedensten Umständen den Hauptanlass giebt zu den mannigfaltigen Umwandlungen, welchen das Albuminmolecül unterliegt bis zur endlichen Ausscheidung seiner letzten Trümmer unter der Form von Harnstoff und ähnlichen Materien.

Einwirkung des Sauerstoffs auf ihre Metamorphosen.

Fette.

Der die Fette betreffenden physiologisch chemischen Processe ist schon oben vorläufig (S. 32) Erwähnung gethan worden. Diese Körper werden in grösster Menge dem thierischen Organismus von aussen zugeführt; wir sahen sie im Darmcanale hauptsächlich durch Vermittlung der Galle zur Resorption gelangen. Uebrigens waren Gründe vorhanden, welche die Ansicht wahrscheinlich machten, dass ein geringer Theil von Fett zu den im Magen und Darme vor sich gehenden Umwandlungen der Nahrungsmittel, namentlich der stickstoffhaltigen, nothwendig sei. Ins Blut gelangt muss das Fett, je nach den Zwecken, zu denen es im Organismus verwendet wird, verschiedenen Umwandlungen unterliegen. Im Wesentlichen gehen diese Umwandlungen allerdings auf eine Trennung von der Fettbasis und eine allmählige Oxydation der gebildeten fetten Säuren hinaus. Ob das Alkali des Bluts die Zerlegung der Fette bedinge oder ob ein andrer fermentähnlicher Stoff darauf hinwirke, ist noch nicht zu entscheiden gewesen; auch wissen wir nicht, in welchen Gradationen etwa die Fettsäuren höhern Atomgewichts, d. h. die kohlenwasserstoffreichern in die kohlenwasserstoffärmern von geringerem Atomgewicht zerlegt werden. Das Endresultat aller Wandlungen der Fette im Thierkörper ist eben nur, dass sie entweder vollkommen in Kohlensäure und Wasser aufgehen, oder dass sie unter der Form von Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure mit dem Schweisse ausgeschieden werden. Die Fette

Oxydation derselben.

müssen also durch diese mehr oder weniger schnelle Oxydation bei ihrem geringen Gehalte an Sauerstoff vor allen andern Körpern zur Unterhaltung der thierischen Wärme beitragen; man hat sie daher auch den stickstoffhaltigen Nährstoffen gegenüber Respirationsmittel genannt; auf ihr thermogenetisches Aequivalent werden wir unter „Respiration" ausführlicher zurückkommen müssen. Wärmeerzeugungsmittel oder Respirationsmittel.

Die Fette unterliegen aber im Thierkörper keineswegs einer so schnellen Oxydation, wie man wohl letztgenannter Function nach erwarten sollte, und wie wir andre stickstofflose Stoffe, z. B. Milchsäure, Citronensäure, Aepfelsäure u. s. w., im Blute verbrennen sehen. Gerade die Fette scheinen unter den leichtverbrennlichen Stoffen am schwersten und letzten der Oxydation zu unterliegen; denn wurden dem Organismus nicht allzugeringe Mengen zugeführt, so werden sie in besondern Zellen als Fettzellen an verschiedenen Orten im Bindegewebe abgelagert. Genauern Untersuchungen nach giebt es bei reichlicher Zufuhr zum Körper geradezu Anlass zur Bildung neuer Zellen; damit solches Fett abgelagert werden könne, müssen also Proteïnkörper zur Bildung der Lagerstätten verwendet werden. Man glaubt daher auch gefunden zu haben, dass bei übermässiger Fettzufuhr und Mangel an disponiblem Proteïnstoff selbst der Muskelfaser derselbe entlehnt werde, um das Fett in jenen Proteïnhüllen unterzubringen. Ablagerung in besondern Zellen.

Wie hier das Proteïn herbeigezogen wird, um jene Fettzellen zu erzeugen, so scheint auch das Fett sich bei der Bildung von Zellen und Geweben zu betheiligen, ja man hat eine Theorie der Zellenbildung aufgestellt, vermöge deren die erste Anlage jedweder Zelle sich dadurch bilden soll, dass um ein Fetttröpfchen sich zunächst eine dünne Proteïnschicht ablagere. Thatsache ist nur, dass wir allerdings in allen zellenreichen Organen oder noch in Entwicklung begriffenen Geweben erheblichere Mengen Fett finden; so sehen wir den Eiter und viele Zellenkrebse reich an Fett, die Haarzwiebeln, in denen eine lebhafte Zellenbildung stattfindet, in Talgdrüsen wie eingebettet; im Chylus, wo die zellenartigen Körperchen Verwendung zur Zellenbildung.

desselben in verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung zu beobachten sind, ist immer viel Fett enthalten; der Eikeim ist von der fettreichen Dotterflüssigkeit umgeben; in den Muskelfibrillen des Foetus erkennen wir noch viele Fetttropfen u. s. w. Es ist daher die Ansicht nicht ohne allen Grund, dass das Fett ein wesentlicher Factor der Zellenbildung sei. Wir vermögen aber einen wissenschaftlichen Nachweiss der diesen Process begleitenden chemischen Veränderungen um so weniger zu geben, als uns alle Untersuchungen fehlen, welche Aufschluss über die Zusammensetzung des in solchen Zellen befindlichen Fetts und der die Zellen selbst constituirenden morphotischen Bestandtheile geben.

Wesentliche Bestandtheile des Nervensystems.

Die Ablagerung eigenthümlich modificirten Fettes in den Nervenröhren weist deutlich genug darauf hin, dass das Fett nicht blos als einfaches und reines Brennmaterial des lebenden Körpers zu betrachten sei, und giebt andrerseits dem Gedanken Raum, dass es bei der Function der Nerven selbst eine Rolle spiele und während derselben gewissen Umsetzungen unterliege, zu denen wir es bei näherer chemischer Untersuchung ausserordentlich geneigt finden. Schon die Verschiedenheit der Nervenfette, ihr verschiedener Schmelzpunkt und Erstarrungspunkt beweisen, dass wir hier verschiedene Stadien der Fettverwandlung vor uns haben. Endlich möchte auch die Thatsache, dass, selbst wenn das Fett aus fast allen andern Organen geschwunden ist, dieses doch in den Nerven in unverändertem Maasse zurückbleibt, deutlich genug dafür sprechen, dass diese Fette für die Nervenaction unerlässlich seien. Noch kennen wir aber weder die einzelnen Nervenfette selbst noch ihre Constitution genau; wir sind also auch hier völlig ausser Stande, den die Nerventhätigkeit begleitenden chemischen Process bezüglich der Fette auch nur einigermaassen zu deuten.

Verwendung zur Bildung der Gallensäuren.

Auf die Gründe, welche es wahrscheinlich machen, dass ein Theil des Fettes im Thierkörper, und zwar hauptsächlich die Oelsäure, mit zur Bildung der harzigen Gallensäuren verwendet werde, ist schon in der Zoochemie (S. 41) aufmerk-

sam gemacht worden. Genauer hat sich jedoch auch hier der Process noch nicht verfolgen lassen.

Erzeugung des Fetts innerhalb des lebenden Körpers

Eine für die Beurtheilung des thierischen Stoffwechsels höchst wichtige Frage ist es, ob im Thierkörper selbst aus andern Stoffen, d. h. aus Proteïnkörpern oder Kohlenhydraten, Fett erzeugt werden könne. Dass der thierische Organismus ein solches Vermögen besitzen müsse, ist schon statistischen Versuchen nach früher (S. 30) bemerkt worden; die gewöhnliche Annahme ist nun die, dass das im thierischen Körper neu entstehende Fett seine Quellen in den Kohlenhydaten der Nahrungsmittel habe. Indessen deuten doch auch einige Erscheinungen darauf hin, dass auch Proteïnkörper bei ihrer Zersetzung im Organismus neben stickstoffhaltigen Producten Fett zu liefern im Stande seien.

aus Kohlenhydraten,

aus Proteïnkörpern.

Chemischerseits hat man allerdings noch nicht aus Proteïnkörpern gewöhnliches Fett zu erzeugen vermocht, allein die chemischen Thatsachen widersprechen wenigstens nicht einer solchen Ansicht; denn unter günstigen Bedingungen zerfallen z. B. Fibrin, Caseïn u. s. w. geradezu in Ammoniaksalze und flüchtige Fettsäuren.

Bildung von Fettwachs.

Soweit ferner die Beobachtungen über die Bildung von Fettwachs (Adipocire) reichen, gewinnt es allerdings den Anschein, als ob die Muskelsubstanz dabei einfach in Ammoniakseife verwandelt würde. Bekannt ist ferner, dass in gelähmten Muskeln allmählig die Fibrillensubstanz schwindet, an deren Stelle aber viel Fett abgelagert wird.

Fettige Degeneration.

Sehr oft sehen wir in krankhaft afficirten Geweben, namentlich in Folge entzündlicher Processe, Fettkörnchen auftreten, welche die Reste verödeter Zellen erfüllen und umgeben (*fettige Degeneration*).

Umwandlung fettfreier stickstoffhaltiger Substanzen innerhalb des Körpers in fettreiche Massen.

Man hat ferner fettarme thierische Stoffe, wie Krystalllinsen, Eiereiweiss u. s. w. in die Bauchhöhle lebender Thiere gebracht und nach Verlauf von 4 bis 8 Wochen die rückständige Masse zwar geschwunden, aber arm an Proteïnsubstanz und sehr reich an Fett gefunden. Diese Erfahrungen geben der Ansicht, dass hier das Fett aus Proteïnsubstanzen hervorgeht, allerdings einen Grad von Wahrscheinlichkeit: allein

es ist sehr wohl denkbar, dass in diesen Fällen das Fett immer ein infiltrirtes, aus der Säftemasse in den durch Resorption des Proteïns entstandenen Hohlräumen abgelagertes ist, so wie wir sehen, dass in Krankheiten, die mit Rarefaction des Knochengewebes verbunden sind, in die erweiterten Knochenporen ein öliges Fett eintritt. Weitere Versuche zeigten auch, dass einerseits durch Collodium, Guttapercha oder in verstöpselten Gläsern abgeschlossene Proteïnkörper im Organismus einer solchen Fettmetamorphose nicht unterliegen, und dass andrerseits auch nicht eiweissartige Substanzen, z. B. Knochenstückchen, Holz und Hollundermark bei längerm Verweilen in der Bauchhöhle eines Thiers viel Fett in ihre Poren aufnehmen und mit einer gelblichen, fettreichen Exsudatschicht umzogen werden. Eine definitive Entscheidung über die obschwebende Frage wird jedoch auch durch die letztern jener Ansicht einigermaassen widersprechenden Versuche nicht herbeigeführt, da es nicht blos denkbar, sondern sogar wahrscheinlich wäre, dass Zutritt organischer Säfte zum Proteïn nothwendig sei, um in diesem die Fettmetamorphose einzuleiten, und da das die todten Materien umhüllende Exsudat wohl selbst diesem Processe unterliegen könnte. Einige Versuche, die man an den Eiern von Limnaeus stagnalis während ihrer Entwicklung angestellt hat, scheinen allerdings eine Fettzunahme bei der Entwicklung des Embryo, bedingt durch Zersetzung albuminöser Materie, auszuweisen und so wenigstens für diesen Fall eine Entstehung von Fett aus Albumin darzuthun. Die ganze Frage ist aber deshalb immer noch als schwebend anzusehen.

Kohlenhydrate.

Die physiologische Bedeutung der dritten Gruppe der in den thierischen Stoffwechsel tiefer eingreifenden Materien ist im Allgemeinen nur wenig gewürdigt worden, da sich diese Körper lange Zeit der dokymastischen Analyse entzogen haben. Nur vier der Kohlenhydrate kommen im Thierkörper vor; Dextrin, Krümelzucker, Milchzucker und Inosit. Mit Ausnahme der in den Bedeckungen der Tunicaten abgelagerten Cellulose bildet keines jener Kohlenhydrate die Grundlage von thierischen Geweben; dagegen finden sie sich fast in allen

Allgemeines Vorkommen des Zuckers in thierischen Nährsäften.

thierischen Flüssigkeiten, die entweder zur Ernährung bestimmt sind, oder in denen ein regerer Stoffwechsel stattfindet. Wir fanden den Zucker im Blute, in der Lymphe, dem Chylus, dem Eiweiss und Dotter der Eier, in der Milch; Beweis genug, dass dieses Kohlenhydrat in verschiedene thierische Processe thätig mit eingreifen wird. Den besten Beweis für die Wichtigkeit des Zuckers bei der thierischen Stoffmetamorphose liefert uns aber die Natur selber, indem sie durch ein Organ, die Leber, dafür gesorgt hat, dass selbst, wenn von aussen kein Zucker zugeführt wird, dem Organismus derselbe doch nicht fehle (vergl. S. 64).

Respirationsmittel.

Gleich den Fetten wird der Zucker den Respirationsmitteln beigezählt und muss auch, da er selbst nicht in die Excrete übergeht, sondern im Blute zu Wasser und Kohlensäure sehr bald oxydirt wird, wesentlich mit zur Unterhaltung der thierischen Wärme beitragen. Allein auch dieser Körper dürfte ebensowenig als die Fette diesem Zwecke einzig und allein dienen; kaum würde dann erst der Zucker in der Leber aus stickstoffhaltigen Körpern erzeugt werden.

Umwandlung in Säuren.

Der Zucker erleidet vor seiner Oxydation sicher mancherlei Umwandlungen, durch welche er in diesen oder jenen dem Leben nützlichen Process eingreift. So wird er zum Theil wenigstens in Säuren verwandelt; schon in den ersten Wegen geht aus dem dem Stärkmehl entsprossenen Zucker etwas freie Säure hervor, die, vermöge ihres Diffusionsaequivalents, zur Resorption des Darminhalts beiträgt. Wir finden, wie schon früher erwähnt wurde, Alkali und freie Säure sehr verschieden im thierischen Organismus vertheilt; auf die Wichtigkeit dieser Vertheilung kommen wir noch weiter unten zurück. Würden die Kohlenhydrate, ohne Säuren zu bilden, im Organismus einfach verbrannt, so könnte wenigstens in dem der Pflanzenfresser niemals saure Reaction, oder, was dasselbe ist, ein saures phosphorsaures Salz erzeugt werden. Da die Asche der Pflanzen (mit Ausnahme der einiger Saamen) stets alkalisch reagirt, so könnte die Nahrung der pflanzenfressenden Thiere in deren Organismus nur alkalisch reagirende Flüssigkeiten erzeugen und jener zum Leben des Thieres

nöthige Gegensatz zwischen sauren und alkalischen Säften könnte nicht stattfinden.

Zucker als Lösungsmittel.

Zucker ist ein sehr gutes Lösungsmittel für kohlensauren und phosphorsauren Kalk. Bei der Entwicklung des Foetus im Vogelei, wo wir die Zunahme des Kalks so auffallend finden, mag derselbe der Eischale durch Vermittlung des Zuckers entlehnt werden.

Entstehung von Fett aus Zucker.

Statistische Versuche an gemästeten Thieren so wie an nur mit Zucker oder geläutertem Honig gefütterten Bienen haben dargethan, dass aus Kohlenhydraten Fett im Thierkörper erzeugt werden müsse: allein wo die Stätte dieser Fettbildung sei und an welchen Process sie gebunden sei, hat noch nicht ermittelt werden können. Im Blinddarme sehen wir zwar häufig nach dem Genusse stärkmehlreicher Nahrungsmittel Buttersäure auftreten: allein diese Erfahrung berechtigt noch nicht zu der Annahme, dass hier etwa die Fettbildung stattfinde. Man hat den Herd der Fettbildung auch in der Leber gesucht: allein sollte hier zugleich Zucker einerseits aus Proteïnstoffen gebildet und andrerseits ebenderselbe wieder in Fett umgewandelt werden, während wir ihn doch in so grosser Menge die Leber verlassen sehen?

Gewiss ist, dass der Zucker in manche andere Processe als die hier angedeuteten eingreift: allein leider fehlt es uns zu deren Beurtheilung noch an allen Anhaltspunkten.

Freie Säuren

Oefter schon ist auf den Gegensatz in der Reaction der eigentlichen Nährflüssigkeiten des Körpers und der meisten parenchymatösen Säfte aufmerksam gemacht worden. Ausser den Muskeln enthalten die Leber, Milz, Thymusdrüse und Nebennieren freie Säure. Es ist einiger Grund zu der Meinung vorhanden, dass das Auftreten dieser freien Säure weniger direct an die Function dieser Organe gebunden ist, als vielmehr an die Anwesenheit von glatten Muskelfasern, die in allen diesen Organen vorkommen; wenigstens findet man auch die Organe am reichsten an freier Säure, welche am meisten Muskelfibrillen enthalten.

in den Muskeln.

Mehrere Beobachtungen weisen nun darauf hin, dass freie Säure in den Muskeln nur erscheint, wenn dieselben in Action

sind oder vor Kurzem waren. Die freie Säure dürfte demnach in dem Verbrauche, d. h. in der Zersetzung der Muskelsubstanz ihren Ursprung haben. Ihre Gegenwart im parenchymatösen Safte muss aber nothwendiger Weise gewisse physikalische und chemische Verhältnisse nach sich ziehen. Ob zunächst durch diesen Gegensatz bestimmte mit der Function der Organe zusammenhängende Polaritätserscheinungen bedingt worden, ist noch nicht ermittelt. Dass ferner dadurch gewisse Diffusionsströme nach verschiedenen Richtungen eingeleitet werden, lässt sich mehr errathen als speciell nachweisen, da wir über die Gesetze der Diffusion noch lange nicht genug unterrichtet sind, um die einschlagenden Molecularbewegungen auf diese zurückzuführen und so den betreffenden mechanischen Stoffwechsel erklären zu können.

Erregung gewisser Diffusionsströme.

Eine chemische Folge des Auftretens freier Milchsäure in den, Muskeln und Faserzellen enthaltenden, Organen ist die Bildung saurer Phosphate. Wir fanden in allen diesen Theilen den alkalischen Flüssigkeiten gegenüber die Phosphate gleichzeitig vermehrt. Dieser Reichthum an sauren Phosphaten kann theils daher rühren, dass durch die freie Säure die Phosphate den unzersetzten Proteïnkörpern zum Theil entzogen werden, theils daher, dass bei der Zersetzung der Muskelfaser sich jene von dieser loslösen, also gewissermaassen frei werden. Wirkten aber hierbei nicht noch eigenthümliche, uns zur Zeit noch nicht durchsichtige Diffusionsverhältnisse, so bliebe die Anhäufung derselben in jenen Säften dem Blutserum gegenüber immer noch unerklärt.

Bildung saurer Phosphate.

Bemerkenswerth ist aber noch, dass sich dieser freien Milchsäure und den sauren Phosphaten noch Kalisalze zugesellen, während wir im Blutserum Natronverbindungen überwiegend finden. Hätten neuere Versuche nicht gelehrt, dass [illegible] Diffusion selbst sehr starke chemische Verbindungen [illegible]rden, dass ferner das Diffusionsaequivalent der Kalisalze ein ziemlich verschiedenes ist: so würde man [illegible]ikalischen Verhältnissen die Ursache dieser auf[illegible]ung der Kali- und Natronverbindungen zu [illegible] Vermögen wir aber auch jetzt noch nicht

Kalisalze.

genau die betreffenden Diffusionsströme, geleitet durch bestimmte Gesetze, zu verfolgen: so wissen wir doch, dass es solche Gesetze giebt, von denen diese eigenthümliche Vertheilung der Mineralstoffe abhängig ist.

Gegensatz zwischen sauren und alkalischen Säften im lebenden Thierkörper.

Fehlt es uns aber an Erklärungsmitteln, d. h. an hinlänglich erforschten und constatirten Gesetzen, so sind wir um so mehr darauf angewiesen, die einschlagenden Thatsachen festzuhalten, um dann später eine um so festere Unterlage für Anwendung der betreffenden Gesetze zu haben. Wie wir früher gesehen haben, finden sich ähnliche Gegensätze, wie zwischen Muskel- und Blutflüssigkeit, auch zwischen Dotter und Eiweiss und zwischen Blutzelleninhalt und Intercellularflüssigkeit. Im Dotter ist zwar ebensowenig als im Blutzelleninhalte eine freie Säure nachzuweisen, allein beide liefern bei vorsichtigem Einäschern eine wegen saurer Phosphate stark sauer reagirende Asche. Einige Untersuchungen machen es wahrscheinlich, dass wir es hier mit gepaarten Phosphorsäureverbindungen zu thun haben; genauer kennt man von solchen Verbindungen bis jetzt nur die Glycerinphosphorsäure; doch mögen der Art noch andre Verbindungen im Thierkörper öfter vorkommen, besonders da, wo die Asche saure Phosphate oder metaphosphorsaure Salze enthält. Hieher gehören z. B. die meisten Substrate der thierischen Gewebe, welche eine Asche liefern, in der auf 1 Aequ. Phosphorsäure nur ein Aequ. Base kommt, ein neuer Beleg für die früher (S. 228) ausgesprochene Ansicht, dass die Phosphate Antheil an der Bildung der Zellen und Gewebe haben mögen.

Gepaarte Phosphorsäuren.

Dass übrigens nicht blos die Bedingungen der Diffusion es sind, welche eine Anhäufung der Phosphate und Kalisalze in den Muskeln herbeiführen, sondern dass auch chemische Verhältnisse die Phosphorsäure in jenen Organen fesseln: dürfte auch aus der Thatsache zu erschliesen sein, dass in den erwähnten Organen der Herbivoren nicht weniger Phosphate und Kali gefunden werden als in denen der Carnivoren, während doch in der Blutflüssigkeit der erstern kaum Spuren, in der der letztern aber je nach der Menge aufgenommener ani-

malischer Nahrung sehr variable Quantitäten von Phosphaten gefunden werden.

Während wir über die Function der freien Säure oder der gepaarten Phosphorsäureverbindungen in jenen Organen nur Conjecturen aufzustellen vermögen, lassen sich chemischen Principien nach wenigstens einige Erfolge der Anwesenheit freien oder lose gebundenen Alkali's in der Blutflüssigkeit mit Nothwendigkeit voraussehen. Wir können nämlich mit Bestimmtheit voraussagen, dass das Alkali unter den im kreisenden Blute obwaltenden Verhältnissen auf viele organische Materien eine oxydirende Wirkung ausüben müsse. Denn es ist ja eine bekannte chemische Erfahrung, dass sehr viele organische Substanzen an der Luft, d. h. bei Zutritt von Sauerstoff sich nur unter Vermittlung von Alkali oxydiren oder mindestens bei weitem schneller als ohne dieses. Während wir ausserhalb des Thierkörpers organische Säuren (wir erinnern z. B. nur an Gallussäure und Pyrogallussäure), wenn sie an Alkali gebunden sind, ausserordentlich schnell Sauerstoff anziehen und sich zersetzen sehen, finden wir, dass milchsaure, weinsaure, essigsaure und ähnliche Alkalien, direct ins Blut injicirt oder vom Darme aus aufgenommen, sehr bald bei Gegenwart des im Blute verdichteten Sauerstoffs bis zu kohlensauren Alkalien verbrannt werden. Alkalien im Blute. Oxydirende Wirkung derselben. Einwirkung des Alkali's im Blute auf organische Säuren,

Darf uns ferner die schnelle Consumtion des Zuckers im Blute Wunder nehmen, wenn wir uns daran erinnern, dass jener Zucker in Gesellschaft von Alkali selbst gebundenen Sauerstoff aufzunehmen und diesen dem Kupferoxyd und vielen andern Oxyden zu entziehen vermag? Wie aber bei dem chemischen Versuche der Zucker nicht vollständig zu Wasser und Kohlensäure oxydirt wird, sondern eine oxygenreichere Säure entsteht, so dürfte auch im Blute der Zucker nicht mit einem Schlage oxydirt werden; wenigstens hat man in jenem eine zweifelsohne dem Zucker entsprossene Säure entdeckt. auf Zucker,

Dass ferner das Alkali im Blute, selbst wenn es an Kohlensäure gebunden, eine Verseifung der Fette einleiten müsse, kann nicht in Abrede gestellt werden; ob es aber auch mit Hülfe des Blutsauerstoffs oxydirend auf die gebildeten Fett- auf die Fette,

säuren einwirke, lässt sich nicht mit gleicher Bestimmtheit behaupten; doch ist wenigstens vorläufig die allmählige Consumtion der Fette im Thierkörper kaum anders zu deuten.

auf Albuminate und Leim.

Der Antheil, welchen das Alkali an der Umwandlung des Albumins in Fibrin, chondringebende und glutingebende Gewebe nimmt, lässt sich allerdings auch noch nicht näher bezeichnen; doch lehren mehrere pathologische Thatsachen, dass dieser Antheil kein geringer sein kann.

Begrenzung des Oxydationsvermögens des Organismus.

Dass übrigens hier rein chemische, an Zahl und Maass gebundene Verhältnisse die Bedingungen jener Erscheinungen sind, möchte am besten daraus zu ersehen sein, dass dieses Oxydationsvermögen des Blutes ein zwar sehr intensives, aber wenig extensives ist; denn sobald die Zucker- oder Säurezufuhr zum Blute eine gewisse keineswegs weitgezogene Grenze überschreitet, gehen diese Stoffe unverändert in die Excretionen über. Daher wird auch z. B. das Salicin je nach den individuellen Verhältnissen und der Menge aufgenommener Substanz im Körper bald nur in salicylige Säure, bald bis zu Salicylsäure oxydirt.

Chlornatrium.

Auch das Chlornatrium, dieser scheinbar so indifferente und schwer zersetzbare Körper, ist ein wichtiger Factor mehrerer thierischer Processe. Darauf weist schon die Thatsache hin, dass in den meisten thierischen Säften und vorzugsweise im Blute der Kochsalzgehalt sich ziemlich constant bleibt, möge dem Organismus mit den Nahrungsmitteln noch soviel oder noch so wenig davon zugeführt werden; ferner erwiesen directe Versuche an Thieren, die theils mit dem Futter Kochsalz erhielten, theils nicht, dass reichlicher Genuss von Chlornatrium zwar ohne Einfluss auf Fleisch- und Fettbildung sei, dass die damit gefütterten Thiere aber ein besseres Aussehen (namentlich rücksichtlich des Haarwuchses) und grössere Lebhaftigkeit zeigten, als die ohne Kochsalz gefütterten Thiere. Der Kochsalzgehalt des Körpers wird übrigens von der Natur so zu Rathe gehalten, dass z. B. beim Hungern und bei Genuss absolut kochsalzfreier Nahrungsmittel das Blut seinen frühern Gehalt an Chlornatrium beibehält, so dass dann nichts davon in die Excrete übergeht.

Nur wenige Eigenschaften des Chlornatriums können uns als Erklärungsmittel für die Processe dienen, in welche es wesentlich eingreift. Von der Lösung dieses Salzes werden einige Proteïnkörper, z. B. alkali- und salzarmes Albumin und Caseïn gelöst, andre dagegen, z. B. Kleber und Syntonin aus säuerlichen Lösungen gefällt. Die Gegenwart von Chlornatrium im Blute, in Exsudaten u. s. w. könnte daher in dem einen Falle zur Lösung, im andern zur Ausscheidung gewisser Proteïnkörper dienen; speciell ist aber ein solcher Einfluss noch nicht nachweisbar. Einwirkung desselben auf Proteïnkörper,

Chlornatrium geht bestimmte Verbindungen mit Harnstoff so wie mit Krümelzucker ein; beide Stoffe kommen daher im thierischen Organismus immer auch in Begleitung von Chlornatrium vor. Möglich, dass das Chlornatrium einen Antheil an der Umwandlung des Zuckers und der Ausscheidung des Harnstoffs hat. auf Harnstoff und auf Zucker;

Das Chlornatrium muss im thierischen Organismus auch zersetzt werden; ob gerade die freie Salzsäure des Magensaftes von Chlornatrium herrühre und nicht von dem leichter zersetzbaren Chlorcalcium, ist wenigstens zweifelhaft; im Blute der Pflanzenfresser muss aber das Chlornatrium sich mit dem von den Nahrungsmitteln herrührenden kohlensauren Kali zersetzen; denn wir finden in demselben auf 4 Th. kohlensauren Alkali's 3 Th. kohlensaures Natron und nur 1 Th. kohlensaures Kali, während im Muskelsafte nur Chlorkalium vorkommt. Auch die Galle der pflanzenfressenden Thiere enthält fast nur Natronsalze; es scheint also, als ob diese zur Gallenbildung nützlicher wären als Kalisalze. Blos zufällig können wenigstens jene Erfahrungen wohl nicht sein, wenn wir sie auch zur Zeit nicht zu deuten verstehn. Bildung freier Salzsäure; Bildung von Chlorkalium;

Von ersichtlicherer Bedeutung ist das Chlornatrium für den mechanischen Stoffwechsel; der constante Chlornatriumgehalt des Blutes ist ein wesentlich bedingendes Moment des Aufsaugungsprocesses; der Darminhalt enthält eine sehr wenig concentrirte Lösung; aus dem durch diese verdünnten Blute wird das aufgenommene Wasser durch die Nieren Wichtigkeit des Chlornatriums für den mechanischen Stoffwechsel.

alsbald wieder entfernt, so dass die Kochsalzlösung des Bluts fast fortwährend dieselbe Concentration behält.

Wichtigkeit für die Zellenbildung.

Da wir endlich in zellenreichen Organen, wie z. B. in den Knorpeln und Haaren und in Secreten und Exsudaten, die vorzugsweise zur Zellenbildung disponiren, wie im Schleim, Eiter, Krebs, besonders viel Chlornatrium finden und bei Abscheidung solcher Exsudate (wie in der Pneumonie) dasselbe aus dem Harne ganz schwinden sehen, so wird es wahrscheinlich, dass das Chlornatrium auch auf die Zellenbildung Einfluss habe oder vielleicht ihre weitre Umwandlung zu Geweben verhindere. Ueber das Wie dieser Wirkung haben wir leider keine Ahnung.

Verdauung.

Unter Verdauung verstehen wir jenen Complex von Processen, vermöge deren der Uebergang der Speisen in das Blutgefässsystem zum Wiederersatz der unbrauchbar gewordenen Organtheile und zur Erhaltung der Lebensfunctionen überhaupt chemisch und physikalisch ermöglicht wird. Begriffsbestimmung.

Um zur Aufnahme in die Säftemasse des Thierkörpers fähig zu werden, müssen die Nährstoffe in einen löslichen Zustand versetzt werden. Die Aufsaugungsfähigkeit ist keine zufällige, keine beziehungslose Eigenschaft derselben; daher muss auch diese Eigenschaft in eben so enger Beziehung zu allen übrigen physischen und chemischen Qualitäten stehen, wie alle diese unter einander (vergl. S. 12). Deshalb werden auch die unter gleichen Verhältnissen der Aufsaugung unterliegenden Stoffe im Uebrigen sehr bestimmmte Analogien zeigen; bei analogen Substanzen wird die Aufsaugbarkeit immer mit gewissen andren Qualitäten coïncidiren; solcher Qualitäten sind die unter einander wieder eng zusammenhängenden Eigenschaften: die Löslichkeit, der Verdichtungscoëfficient bei der Lösung, das Diffusions- oder endosmotische Aequivalent. Gerade dieses sind die nächstliegenden Beziehungen, welche bei Erklärung der Aufsaugung der Stoffe im Darme in Abhängigkeit des Aufsaugungsvermögens von gewissen physikalischen und chemischen Eigenschaften der Stoffe.

Frage kommen; *die Aufsaugung ist nichts als eine Function der eben genannten mechanischen Bedingungen.*

Eine exacte Erklärung des Aufsaugungsprocesses unmöglich.

Da wir aber noch keine der verschiedenen Arten der Anziehung zwischen Wasser und festen Körpern auf eine mathematische Formel gebracht haben und die Beziehungen zwischen jenen selbst unermittelt sind, so vermögen wir noch nicht, eine wahrhafte Erklärung des Aufsaugungsprocesses zu geben; denn wie wäre eine Erklärung, d. h. eine Ableitung der Erscheinungen aus Gesetzen denkbar, wenn diese Gesetze selbst noch nicht bekannt sind? Wir müssen uns daher vorläufig mit einer allgemeinen Deutung der Resorptionserscheinungen nach physikalischen Analogien begnügen, sehen aber soviel mit Sicherheit voraus, dass nur physikalische Verhältnisse es sind, welche die Aufsaugung bedingen.

Beziehungen zwischen der Aufsaugbarkeit der Substanz und ihrer Reaction gegen die Verdauungssäfte.

So wie nun aber die Aufsaugungsfähigkeit bedingt wird durch die beziehungsreiche Vereinigung mehrerer an die Grundverhältnisse jeder einzelnen Substanz gebundenen Qualitäten, so auch das ganze Verhalten derselben gegen die Verdauungsmittel, d. h. gegen die Verdauungssäfte. Die chemischen und die physikalischen Eigenschaften sind keineswegs so disparate Begriffe, wie man sie meistens betrachtet hat; viele neuere Erfahrungen haben deutlich genug das Ueberfliessen der physikalischen Qualitäten in die chemischen dargethan; eine strenge Grenze zwischen beiden lässt sich nicht ziehen; wie sehr aber die physikalischen Eigenschaften auf die chemischen und die letztern auf die erstern influenziren, ist sattsam bekannt; daher ist es kein Paradoxon, wenn wir von den Grundqualitäten einer Substanz deren Aufsaugungsfähigkeit ebenso abhängig glauben, als deren Verhalten gegen die Verdauungssäfte, und wenn wir hieraus schliessen, dass auch bestimmte Beziehungen zwischen dem Aufsaugungsvermögen einer Substanz und deren Reaction gegen die Verdauungssäfte stattfinden müssen.

Die Verdauungsobjecte sind nach ihrer chemischen Qualität einzutheilen.

Wenn nun aber die für die Verdauung wesentlichsten Eigenschaften der Stoffe auf gewissen Grundqualitäten derselben beruhen, so werden wir bei einer wissenschaftlichen Behandlung der Verdauung die Verdauungsobjecte nicht

h ihren physiologischen Zwecken, nicht nach ihrer etwai- Nützlichkeit oder Schädlichkeit einzutheilen haben, son- ı sie nur nach der Analogie ihrer Grundqualität zusam- ıstellen müssen, um einen sichern Weg zur wissenschaft- en Erkenntniss des Gesammtprocesses einzuschlagen.

Da wir einmal den Verdauungsprocess (im engern Sinne) unzertrennlich vom Aufsaugungsprocesse halten: so ha- wir, ehe wir die Verdauungsobjecte selbst und ihre Schick- im Darmcanale näher verfolgen, zuvörderst noch einige chanische Bedingungen der Resorption etwas er anzudeuten.

Mechanische Bedingungen der Resorption durch die Blutgefässe.

Der Diffussionsstrom von der Darmhöhle aus in der Rich- g der Säftemasse wird durch folgende Verhältnisse ausser- ɔntlich begünstigt: die Lösung der im Darme befindlichen fe ist eine höchst verdünnte, theils weil die zu verdauen- Substanzen, wie Stärkmehl und Proteïnstoffe, nur sehr ıählig in löslichen Zustand versetzt werden, theils weil die ı Darme zuströmenden Säfte ausserordentlich reich an Was- und selbst sehr arm an festen Bestandtheilen sind. Die losmose dieser sehr verdünnten Lösungen des Darminhalts 1 um so mehr begünstigt, als das Blut eine sehr concen- te, ja die concentrirteste Flüssigkeit des Thierkörpers ist. Aufnahme grosser Mengen Wasser würde aber dieses Ver- niss bald getrübt werden, wenn nicht durch gewisse Me- nismen das Blut möglichst auf dem Grade seiner Concen- ion erhalten würde; diese Mechanismen bestehen theils der reichlichen Abdunstung des Wassers aus dem Blute ch die Lungen und durch die Haut, theils in der Ausschei- ıg durch die Nieren.

Die Lösung der Chymusstoffe ist sehr verdünnt, das Blut dagegen verhältnissmässig sehr concentrirt.

Ein zweiter Umstand, der die Transsudation vom Darme ins Blut begünstigt, ist die fortwährende Bewegung des ts in den Capillaren; kaum durch wässrige Darmflüssigkeit lünnt, wird das Blut in die grössern Venen getrieben und seine Stelle tritt wieder concentrirteres Blut.

Das Blut ist in fortwährender Bewegung.

Ein weiteres begünstigendes Moment ist die in einem ssen Theile des Darminhalts normal saure Reaction, wäh-

Im Darme ist freie Säure, im Blute freies Alkali.

rend die zur Aufnahme der Darmlösung bestimmten Säfte stark alkalisch reagiren. Wir wissen aber, dass freie Säure die Exosmose befördert, freies Alkali dieselbe vermindert.

Schwierigkeit der Resorption gewisser Stoffe.

Trotz dieser der Resorption äusserst günstigen Anordnungen giebt es doch eine Anzahl Stoffe, die, obgleich gelöst in dem Wasser des Darminhalts, doch nur äusserst schwierig und zum Theil gar nicht in das Blut der Darmcapillaren übergehen würden. Solche Stoffe sind entweder an sich der Endosmose unfähig und müssen daher erst durch die Verdauungssäfte modificirt und der Endosmose fähig gemacht werden, oder es sind noch besondre mechanische Hülfsmittel vorhanden, um sie in die allgemeine Säftemasse zu befördern. Denn die Verdauungssäfte dienen keineswegs blos dazu, die Verdauungsobjecte löslich zu machen, sondern auch ihre Qualitäten so umzugestalten, dass sie zu solchen molecularen Bewegungen, wie wir sie unter dem Worte Diffusion begreifen, geneigter werden. Das Blut ist überdies vom Darminhalte nicht durch eine einfache Membran, sondern durch mehrere Membranen und Zellenreihen getrennt, wodurch der Uebertritt in gewissem Grade verlangsamt werden muss, namentlich für schwer diffusible Stoffe, z. B. Gummi und Albumin.

Resorption durch die Chylusgefässe.

Wir finden deshalb auch noch besondre mechanische Vorrichtungen zur Beförderung schwer diffusibler Stoffe ins Blut; diese bestehen in den Chylusgefässen. Einen deutlichen Begriff von dem Mechanismus der Resorption durch die Chylusgefässe besitzen wir indessen noch nicht. Alle Versuche, die Aufsaugung durch die Lymphgefässe zu erklären, beziehen sich eigentlich nur auf die Fortbewegung der schon in die Anfänge der Chylusgefässe übergegangenen Flüssigkeit; die Contractilität der Darmzotten, d. h. ihr Gehalt an glatten Muskelfasern muss natürlich zeitweilig dahin wirken, dass die in ihnen enthaltenen Flüssigkeiten fortgeschoben und durch die in den Gefässen selbst enthaltenen Klappen am Rücktritte verhindert werden. Wie sich aber die kleinsten Lymphgefässverästelungen füllen und wie es zugeht, dass eine Anzahl Stoffe neben den Blutcapillaren vorüber in die Enden der Chylusgefässe gelange, das ist noch unerklärt. Denn obwohl wir

an eine specifische Permeabilität der Membranen denken können (indem Caoutchouc z. B. nicht für Wasser, wohl aber für Weingeist permeabel ist): so ist es doch noch nichts weniger als erwiesen, dass Blutgefäss- und Chylusgefässmembranen specifische Scheidewände sind, welche dem einen Stoffe den Durchtritt gestatten, dem andern nicht.

Die uns zunächst liegende Frage wird nun die sein, welche Substanzen gehen vom Darmcanale aus unmittelbar ins Blut über, und welche gelangen erst durch Vermittlung der Chylusgefässe ins Blut? Und eine zweite Frage, welche Grundqualitäten sind diesen Gruppen verschiedener Aufsaugungsfähigkeit eigenthümlich? Zwei Wege sind es besonders, die man eingeschlagen hat, um zu erfahren, welche Stoffe dem einen oder dem andern Resorptionsmodus folgen. Der erste Weg, den man betrat, war der, dass man in den Darm oder in eine abgebundene Schlinge desselben die fragliche Substanz brachte, nachdem man vorher den Ductus thoracicus oder den von der Darmschlinge entsprossenen Stamm der Chylusgefässe unterbunden hatte; man wählte zu diesen Versuchen solche Substanzen, die entweder im Blute leicht chemisch nachgewiesen werden konnten oder die sehr bald auffallende toxische Erscheinungen erzeugen, um daran den Uebergang oder Nichtübergang derselben in die allgemeine Säftemasse zu erkennen.

Methoden zur Ermittlung, ob eine Substanz von den Blutgefässen oder den Lymphgefässen resorbirt wird.

Die zweite Methode bestand darin, dass man die in den Darmcanal eines Thieres gebrachten Substanzen kurze Zeit nach ihrer Aufnahme im Blute vorzugsweise dem der Pfortader und im Chylus aufsuchte. Namentlich schloss man aus dem schnellen Erscheinen solcher Substanzen im Blute und im Harne oder der Lungenausdünstung auf eine unmittelbare Resorption durch die Darmcapillaren.

Stoffe, welche von den Blutgefässen resorbirt werden.

Welche Stoffe werden nun, solchen Versuchen nach, ohne wesentliche chemische Veränderungen zu erleiden, unmittelbar von den Blutcapillaren des Magens und Darms aufgenommen? Zunächst stossen wir unter diesen auf eine Anzahl neutraler Alkalisalze, deren Säure nicht Verbindungen mit andern Materien des Darminhalts einzugehen geneigt ist; ferner ge-

hören hieher Säuren, organische sowohl als mineralische; drittens die flüchtigen Halidbasen und ihre Hydrate (Aethere und Alkohole), viertens die meisten flüchtigen Oele; fünftens viele Alkaloïde, flüchtige wie nicht flüchtige, und endlich eine Anzahl chemisch noch nicht genau untersuchter Pigmente.

Gemeinschaftliche Grundverhältnisse der durch die Blutgefässe resorbirbaren Substanzen.

Es ist schwer, ja für jetzt geradezu unmöglich, in diesen verschiedenartigen Stoffen gewisse gemeinschaftliche Grundverhältnisse zu entdecken, von denen ihre leichte Resorptionsfähigkeit durch die Blutgefässe abhängig gedacht werden könnte. Dass die blosse Löslichkeit an sich nicht die Resorbirbarkeit derselben bedingt, geht schon daraus hervor, dass gewisse sehr lösliche Stoffe z. B. Gummi, Curcumaepigment u. dergl. überhaupt nicht resorbirt werden. Das Diffusionsvermögen jener Substanzen ist leider noch so wenig genau bestimmt oder überhaupt untersucht, dass wir über die betreffenden Verhältnisse überhaupt noch gar kein Urtheil haben. Indessen lässt sich immerhin soviel übersehen, dass gerade diejenigen Substanzen, die man bisher als sehr diffusibel kennen gelernt hat, durch die Blutcapillaren resorbirt werden, während diejenigen, deren Diffusionsvermögen erwiesenermaassen gering ist, den Weg durch die Lymphgefässe zu wählen pflegen.

Verdauung der Kohlenhydrate.

Wir ziehen bei dem Mangel fester physikalischer Principien die Verdauungsobjecte ihren chemischen Kategorien nach in Betracht und beginnen mit den sog. Kohlenhydraten.

Verdauung des Krümelzuckers.

Unter den Kohlenhydraten, welche hier in Frage kommen, steht der Krümelzucker obenan, theils weil er sich in sehr vielen Nahrungsmitteln praeformirt findet, theils weil andere Kohlenhydrate meist erst in diesen verwandelt werden, ehe sie zur Resorption gelangen oder weitern Umwandlungen unterliegen.

Schnelle Verbreitung des Zuckers im Darme.

Wird Zucker in grösseren Mengen durch die Mundhöhle in den Verdauungscanal gebracht, so verbreitet er sich, wie directe Versuche erweisen, sehr bald (schon innerhalb einer Stunde) über grössere Strecken desselben, meist bis ins Coe-

cum; man findet dann (ungefähr 1 Stunde nach Aufnahme des Zuckers) im Dünndarme eine dünne, oft ganz limpide Zuckerlösung, die je nach dem Concentrationsgrade der Lösung früher oder später aus dem Darme verschwindet.

Im Allgemeinen geschieht die Resorption des Zuckers nur sehr allmählig; wir finden daher nur selten im Chylus und im Pfortaderblute nachweisbare Mengen resorbirten Zuckers. Indessen steht die Grösse der Resorption nicht in directem Verhältnisse zur Grösse des Zuckerverbrauchs im Blute; denn nach reichlicher Aufnahme von Zucker kann die Menge desselben im Blute bis auf 0,6% steigen und es wird dann der Ueberschuss durch die Nieren mit dem Harn ausgeschieden. Die Resorption des Zuckers geht nur langsam von Statten.

Aus der Vermehrung des Zuckergehalts des Bluts nach Zuckergenuss geht schon hervor, dass der grösste Theil des Krümelzuckers unverändert resorbirt wird; indessen wird ein Bruchtheil des aufgenommenen Zuckers immer in Säuren umgewandelt. Nach Zuckergenuss reagirt der Inhalt des Duodenums und Jejunums ziemlich stark sauer, weniger der des Ileums; die saure Reaction rührt von gebildeter Milchsäure her; stark sauer reagirt dann wieder der Coecalinhalt, in diesem findet sich aber neben wenig Milchsäure viel Buttersäure. Im Dünndarm muss die Milchsäuregährung durch Galle oder pankreatischen Saft bedingt werden, nicht aber durch Darmsaft oder Darmschleim; denn in entleerte und gereinigte Darmschlingen gebrachte Zuckerlösung wird von dort aus resorbirt, ohne dass je das Eintreten saurer Reaction beobachtet wird. Ein Theil des Zuckers wird im Darme in Milchsäure und Buttersäure verwandelt.

Dass der Krümelzucker hauptsächlich und grösstentheils durch die Darmcapillaren resorbirt wird, ist schon aus seiner schnellen Vermehrung im Blute (1 ½ bis 2 St. nach Aufnahme des Zuckers) zu schliessen; allein der Zugang zu den Chylusgefässen ist dem Zucker nicht verschlossen; wenigstens findet man nach Aufnahme grösserer Mengen Zucker immer geringe Mengen im Chylus. Der grösste Theil des Zuckers wird durch die Blutgefässe, der geringere durch die Chylusgefässe resorbirt.

Nach welchen Gesetzen erfolgt nun die Resorption des Zuckers im Darme? Zur Beantwortung dieser Frage ist Gesetze der Resorption des Zuckers.

zunächst daran zu erinnern, dass das Diffusionsbestreben des Zuckers ungefähr um die Hälfte geringer ist, als das des Chlornatriums, so dass wenn 58,7 Th. Chlornatrium diffundiren, unter gleichen Verhältnissen nur 26,6 Th. Zucker der Diffusion unterliegen. Im Endosmometer treten an die Stelle eines Gewichtstheils Zuckers 7 Gewichtstheile Wasser, nach Vergleichsuntersuchungen mit Chlornatrium und Schwefelsäurehydrat stellt sich heraus, dass das endosmotische Aequivalent des Zuckers noch einmal so gross wie das des Chlornatriums und 20mal grösser ist als das des Schwefelsäurehydrats. Folgt die Resorption Diffusionsgesetzen, so wird demnach der Zucker noch einmal so langsam als Chlornatrium und 20mal langsamer als Schwefelsäurehydrat resorbirt.

Sorgfältige an Thieren angestellte Versuche haben zu folgenden Resultaten betreffs der Zuckerresorption geführt.

Unabhängigkeit der Menge resorbirten Zuckers von dem Flächeninhalte des Darms.

Schliesst man Zuckerlösungen in unterbundene Darmschlingen lebender Thiere ein, so zeigt sich die Menge des in bestimmten Zeiten absorbirten Zuckers durchaus unabhängig von der Länge der Darmschlinge oder dem Quadratinhalte der absorbirenden Fläche; nur wenn die unterbundene und concentrirte Zuckerlösung enthaltende Darmschlinge so kurz ist, dass sie eine dem endosmotischen Aequivalent des Zuckers entsprechende Wassermenge nicht aufzunehmen vermag, erleidet diese Regel eine Ausnahme.

Je concentrirter die Zuckerlösung im Darm, desto mehr wird in gleichen Zeiträumen resorbirt.

Die Absorption der Zuckerlösung steht in *directem* Verhältniss zu ihrer Concentration d. h. also je concentrirter die Lösung ist, eine desto grössere Zuckermenge wird in gleichen Zeiten resorbirt. Daher werden auch in den ersten Zeiträumen, wo die Zuckerlösung noch am concentrirtesten ist, die grössten Mengen Zucker resorbirt. Man findet nämlich, dass bei je gleich grossen Mengen injicirter Zuckerlösung von gleicher Concentration in den ersten Zeiträumen am meisten Zucker aus den Schlingen verschwindet, in den spätern immer weniger. Ganz den endosmotischen Erfahrungen entsprechend sieht man die eine concentrirte

Zuckerlösung enthaltene Darmschlinge sich durch Wasseraufsaugung aufblähen; eine der Wasseraufnahme entsprechende Zuckermenge tritt ins Blut, bis aller Zucker aus der Schlinge verschwunden.

Diese Erfahrungen stehen im Einklang mit den Gesetzen der Endosmose.

Aus dem endosmotischen Gesetz ist aber ersichtlich, warum die Grösse der Darmschlinge (wenn sie nicht eine gewisse Kürze unterschreitet) sich ohne Einfluss auf die Zuckerabsorption zeigt. Ist die Schlinge gross genug, um die Aequivalentmenge des Wassers eintreten zu lassen, so muss immer nur die dieser entsprechende Zuckermenge heraustreten, mag die Schlinge auch noch so gross sein. Da die Menge des eintretenden Wassers vom Zuckergehalte der injicirten Lösung abhängig ist, so musste sich bei gleicher Concentration der Lösung die Absorption selbst in den Schlingen verschiedenster Grösse völlig gleich bleiben.

Die oben erwähnten Thatsachen, wornach der Zucker vom Darme aus, wo er meist in sehr diluirter Lösung bei normalen Verhältnissen enthalten ist, nur langsam resorbirt wird, seine schnelle Verbreitung über den ganzen Dünndarm u. s. w. finden in den erwähnten Resultaten jener Versuche ihre physikalische Erklärung.

Wie viel Zucker kann innerhalb einer bestimmten Zeit von einem Thiere resorbirt werden?

Aus jenen Gesetzen geht zugleich hervor, weshalb eine für die Physiologie des quantitativen Stoffwechsels höchst wichtige Frage nicht leicht exact beantwortet werden kann. Will man nämlich erfahren, wie viel ein Thier innerhalb bestimmter Zeiten Zucker vom Darme aus zu resorbiren im Stande sei, so wird das Resultat der darauf bezüglichen Versuche immer abhängig sein von der Concentration der in den Darm gelangten Zuckerlösung. Bringt man eine höchst verdünnte Zuckerlösung ein, so wird die Resorption langsamer erfolgen, als unter normalen Verhältnissen; bringt man dagegen eine concentrirtere in den Darm, so wird dem Blute eine sehr grosse Wassermenge entzogen, der Darm füllt sich strotzend mit wässriger Flüssigkeit an, so dass der Unterleib aufgetrieben, heftige Athembeschwerden und oft der Tod herbeigeführt wird.

Rohrzucker. Rohrzucker wird schon vor seiner Resorption zum grössten Theil in Krümelzucker verwandelt; nach reichlicher Aufnahme von Rohrzucker findet man solchen höchstens noch bis zur Mitte des Jejunum unverändert. Da weder Speichel noch Magensaft diese Umwandlung (in künstlichen Versuchen) hervorzubringen vermögen, so dürfte sie wohl durch pankreatischen Saft oder andere im Umsetzung begriffene Bestandtheile des Darminhalts bedingt werden.

Milchzucker. Milchzucker durcheilt wie Krümelzucker sehr schnell den ganzen Dünndarm, ist eine Stunde nach seiner Aufnahme noch bis zum Blinddarme hin zu verfolgen, hinterlässt aber gleich Krümel- und Rohrzucker im Iejunum und Ileum eine intensiv saure Reaction, die erst in der dritten oder vierten Stunde nach Aufnahme des Zuckers wieder aus dem Darme verschwindet.

Stärkmehl. Das Stärkmehl wird, weil es unlöslich ist, nicht als solches resorbirt; in der Mundhöhle wird es je nach der Intensität der Kaubewegungen, seiner Trockenheit und andern Verhältnissen mit mehr oder weniger Speichel impraegnirt; so kräftig auch normaler Speichel auf Umsetzung gekochten Stärkmehls in Zucker hinwirkt (vergl. S. 152), so kann sein Einfluss auf das rohe Stärkmehl bei der geringen Dauer des Verweilens jedes einzelnen Bissens in der Mundhöhle doch nur ein geringer sein. Bei dem längern Verweilen der Nahrungsmittel im Pansen wiederkäuender Thiere, bei der dauernden Einwirkung immer neu zugeführter Mengen Speichel wird dagegen allerdings ein grosser Theil des in den Nahrungsmitteln enthaltenen Stärkmehls metamorphosirt; dasselbe dürfte im Kropfe der Vögel der Fall sein. Bei allen andern Thieren gelangt der grösste Theil des Stärkmehls unverändert in den Magen, wo durch den Magensaft die fernere Einwirkung des Speichels auf das Amylon in gewissem Grade verringert wird. Nach verschieden langem Verweilen im Magen gelangt dieser Stoff ins Duodenum, wo er mit dem kräftig einwirkenden pankreatischen Safte in Berührung gebracht und der Anfang zu seiner Umsetzung gemacht wird. Gegen das Ileum hin verschwindet der Bauchspeichel und seine Stelle

Allmählige Umwandlung desselben in Zucker durch Speichel, pankreatischen Saft.

wird durch den etwas schwächer einwirkenden Darmsaft vertreten. und Darmsaft.

Die Umsetzung des Stärkmehls in Zucker erfolgt allmählig; die Stärkmehlkügelchen werden von der Oberfläche her erweicht und zu Dextrin und Zucker aufgelöst; einzelne Lamellen der Kügelchen sondern sich ab, zerreissen und sind oft in einzelnen Fetzen durch das Mikroskop zu erkennen. Je weiter hinab das Stärkmehl vom Jejunum ins Ileum tritt, desto kleiner erscheinen seine Körnchen in Folge der erwähnten Auflösung und Ablösung von ihrer Oberfläche her.

Das bei Pflanzenfressern so stark ausgebildete, mit eigenthümlichen Drüsen (namentlich im Processus vermiformis) versehene Coecum lässt den Gedanken aufkommen, dass hier noch ein neues Ferment umwandelnd auf das Stärkmehl einwirkt; allein mit Bestimmtheit nachgewiesen ist dasselbe noch nicht.

Dextrin. Dextrin, das nächste Umwandlungsproduct des Stärkmehls, findet sich nur in geringen Mengen im Darm und wird wohl schnell in Zucker umgewandelt.

Inulin. Inulin scheint sich beim Verdauungsprocesse ganz wie Amylon zu verhalten.

Gummi, sehr schwer resorbirbar. Gummi wird bei den verschiedensten Gährungsprocessen gar nicht oder nur in höchst geringen Mengen umgewandelt und ebensowenig bei künstlichen Versuchen durch die Verdauungssäfte. Es könnte also nur unverändert resorbirt werden.

Das Diffusionsvermögen des Gummi's ist directen Versuchen zufolge um die Hälfte geringer als das des Zuckers. Es durchdringt thierische Membranen bei weitem schwieriger als viele andere Substanzen und namentlich als Zucker. Darum ist es nicht zu verwundern, wenn alle directen an Thieren damit angestellten Versuche das Ergebniss geliefert haben, dass der grösste Theil durch die Mundhöhle aufgenommenen Gummi's unverändert durch das Rectum wieder abgeht, und nur ein sehr geringer Theil zur Resorption gelangt.

Pflanzenschleim. Pflanzenschleim verhält sich im Verdauungsprocesse ganz ähnlich dem Gummi.

Cellulose.

Die **Cellulose** ist ein in den gewöhnlichen chemischen Lösungsmitteln und in allen bekannten Verdauungssäften unlöslicher Körper; man hält ihn daher auch für der Verdauung unzugänglich; indessen ist nicht ganz zu übersehen, dass gewisse chemische und anatomische Thatsachen eine Umwandlung der Cellulose in Zucker bei gewissen Thieren z. B. beim Biber, bei Raupen u. s. w. gerade nicht unmöglich erscheinen lassen. Verdünnte Alkalien corrodiren die Cellulosezellen, eine Fermentsubstanz faulender Kartoffeln zerstört sie. Der Biber, dessen Magen und Darm von Holzstücken erfüllt zu sein pflegt, besitzt sehr entwickelte Speicheldrüsen, eine grosse Magendrüse und ein enormes Pankreas; die Raupen haben sehr entwickelte Speichelorgane.

Verdauung der Fette.

Der Weg, welchen die **Fette** einschlagen, um ins Blut zu gelangen, lässt sich grossentheils durch das Mikroskop verfolgen. In der Mund- und Magenhöhle erleiden die Fette keine sichtlichen Veränderungen; auch bei künstlichen Versuchen zeigten sich Speichel und Magensaft ohne allen Einfluss auf diese Körper. Fettgewebe löst sich im Magen in grosse Fetttropfen auf, indem das Bindegewebe desselben und die Hüllenmembranen der Fettzellen verdaut werden. Erst im Duodenum finden wir gewöhnlich das Fett nicht mehr in grössern Tropfen oder halbflüssigen Massen; je tiefer wir im Darmcanal hinabsteigen, desto feiner finden wir das Fett vertheilt. Dass das Fett seinen Weg durch die Darmzotten hauptsächlich zu den Chylusgefässen hinnimmt, zeigt die mikroskopische Anschauung. Schon in den die Zotten überziehenden Cylinderepithelien erkennen wir aufgesogenes Fett, bald erfüllt sich auch das schwammartige Parenchym der Zotten (*F.* T. 8, F. 1. 2 und 3) theils mit hellen, stark lichtbrechenden Blasen, bald mit granulöser Materie (fein vertheilten Fettkörperchen). Die Chylusgefässe werden glänzend milchweiss und der Chylus ist sehr trüb von fein vertheiltem Fett.

Resorption durch die Chylusgefässe und

durch die Blutgefässe.

Indessen sind die Chylusgefässe nicht der einzige Weg, auf welchem das Fett ins Blut gelangt; in den Blutcapillaren der Zotten lassen sich nach reichlichem Fettgenuss Fettkörnchen zwischen den Blutkörperchen derselben mikroskopisch

erkennen: auch findet man dann das Pfortaderblut weit fettreicher als gewöhnlich.

Galle bedingt ihre Resorbirbarkeit.

Für das Fett giebt es also sicherlich keine specifischen Scheidemembranen, und doch blieb es bis auf die neueste Zeit räthselhaft, nach welchen physikalischen Gesetzen eigentlich der Durchtritt des in Wasser unlöslichen Fetts durch die wässrigfeuchten Membranen bewerkstelligt werde. Wir haben schon früher (S. 161) gesehen, dass nicht der pankreatische Saft, sondern die Galle es ist, welche die Möglichkeit herbeiführt, dass das Fett durch jene feuchten Membranen hindurchzudringen vermag. Durch Seifenlösung oder Galle erlangen neuern Versuchen zufolge thierische Membranen die Fähigkeit, auch ohne Anwendung äusseren Drucks Fett durch sich hindurchtreten zu lassen. Da nun bei Thieren, denen die Galle durch eine Fistel nach aussen abgeleitet wurde, nur äusserst wenig Fett zur Resorption gelangt, so kann kein Zweifel mehr darüber obwalten, dass die Galle es ist, welche die Resorption der Fette bedingt, wenn auch die betreffenden Adhaesionsgesetze noch nicht völlig ermittelt sind.

Verdauung der Proteïnkörper, leimartiger Substanzen und einiger Gifte.

Die der Proteïngruppe angehörigen Körper und ihre nähern Abkömmlinge, z. B. Glutin und Chondrin, so wie auch mehrere diesen ähnliche Substanzen, z. B. Emulsin, das Gift der Vipern, Curarin und jene Gifte, welche aus ansteckenden Krankheiten, wie der Hundswuth, dem acuten Rotz, Typhus, Lungensucht, Milzbrand hervorgehen, sind, wenn sie auch in Wasser gelöst sind, der Resorption nur wenig fähig; so ist z. B. das Diffusionsvermögen des löslichen Albumins 8½mal geringer als das des Zuckers und 19mal geringer als das des Chlornatriums; von dem löslichen Albumin so wie von mehrern andern der oben angeführten Stoffe z. B. dem Emulsin und Curarin behauptet man geradezu, dass sie der Endosmose unfähig seien. Wenn diese Unfähigkeit aber auch keine absolute sein dürfte, so beweisen doch die wenig genauen vorliegenden Versuche, dass diese physikalischen Erfahrungen mit den physiologischen Wahrnehmungen im Einklange stehen, wornach diese Substanzen erst gewissen Umwandlungen durch

besondere Verdauungssäfte unterliegen, ehe sie zur Resorption gelangen.

Daher werden sie durch gewisse Verdauungssäfte modificirt

Durch den Magensaft werden lösliche wie unlösliche Proteïnkörper in Materien umgewandelt, die, obwohl der elementaren Zusammensetzung nach ihren Muttersubstanzen gleich, doch durch ihre grosse Löslichkeit in Wasser, ihren Mangel an Coagulirbarkeit und durch andere physische und chemische Eigenschaften sich wesentlich von denselben unterscheiden. Wir nannten diese Umwandlungsproducte der Proteïnkörper und des Leims *Peptone*. Das Emulsin wird ebenfalls schon in den ersten Wegen vollkommen metamorphosirt; denn, ins Blut resorbirt, übt es auf Amygdalin keine zersetzende Wirkung mehr aus; das Curarin wie die übrigen eben erwähnten Gifte werden durch die Verdauungssäfte verändert; denn sonst würden sie vom Darme aus ebenso giftig wirken, als wenn sie direct ins Blut gebracht werden.

und bilden Peptone.

Die Umwandlung geschieht durch den Magensaft und Darmsaft.

Nur von den Proteïnkörpern und leimgebenden Substanzen wissen wir, dass es vorzugsweise der Magensaft ist, welcher die betreffenden Umwandlungen bedingt; in wieweit derselbe auch auf die weiter genannten Stoffe einwirkt, ist noch völlig unbekannt. Die secernirte Menge des Magensaftes ist aber gewöhnlich nicht ausreichend, um das zur Ernährung des Körpers nöthige Material an Proteïn in erwähnter Weise zu lösen und zu modificiren; daher sehen wir aus dem Magen in den Dünndarm noch eine Menge unverdauter albuminöser Substanzen übergehen, die erst weiterer Umwandlung durch den Darmsaft (siehe S. 156 u. 166) anheimfallen. Im Dickdarm scheint den bisherigen Beobachtungen zufolge keine Einwirkung auf die dorthin noch gelangenden Proteïnkörper statt zu finden.

Regeneration des Albumins im Chylus.

Da wir im Chylus immer eiweissartige, coagulable Materie finden, so scheint die Regeneration des Albumins aus den entsprechenden Peptonen schon in den Anfängen der Chylusgefässe oder vielleicht in den Mesenterialdrüsen vor sich zu gehen; denn im Chylus des Ductus thoracicus sind sie nicht mehr mit Bestimmtheit nachzuweisen.

So wie die Fette nicht einzig und allein durch die Chylusgefässe ins Blut gelangen, so dürften auch die Proteïnkörper nicht blos diesen Weg zum Blute wählen, sondern wenigstens zum Theil auch direct von den Zottencapillaren aufgenommen werden; denn ist auch z. B. lösliches Albumin obigen physikalischen Erfahrungen nach wenig transsudabel, so sind die thierischen Häute und zwar insbesondere die der Darmcapillaren für das unveränderte Albumin doch keineswegs undurchgängig; denn spritzt man z. B. in eine sorgfältig unterbundene Darmschlinge Wasser, so findet man bei Vermeidung aller Entzündungserscheinungen nach einigen Stunden doch Albuminlösung in dem Inhalte der Schlinge. Wir dürfen also auch in dieser Beziehung nicht an absolute Scheidewände in den Darmzotten glauben. Auch die Blutgefässe absorbiren Proteïnkörper.

Für die spätere Betrachtung der quantitativen Verhältnisse des thierischen Stoffwechsels so wie zur Uebersicht über die Extensität des Verdauungsprocesses ist es wichtig zu erfahren, in welchen Mengen die einzelnen Verdauungssäfte abgesondert zu werden pflegen. Die darauf bezüglichen Versuche sind natürlich an Thieren, namentlich an Hunden und Katzen, angestellt worden. Ist es gestattet, aus solchen Versuchen auf die Absonderungsgrösse der Verdauungsmittel beim Menschen zu schliessen, so gelangt man zu überraschend grossen Zahlen. Extensität des Verdauungsprocesses.

Es würde darnach ein Mensch von ungefähr 64 Klgrm. Körpergewicht in 24 Stunden 1,6 Klgrm. Speichel (worin 15 grm. feste Substanzen), 1,6 Klgrm. Galle (mit 80 grm. fester Substanz), 6,4 Klgrm. Magensaft (mit 192 grm. f. S.), 0,2 Klgrm. pankreatischen Saft (mit 20 grm. f. S.) und 0,2 Klgrm. Darmsaft (mit etwa 3 grm. f. S.) absondern. Die Flüssigkeitsmenge, welche innerhalb 24 Stunden in den Darm gelangt, ist also bei weitem grösser als die Menge Blut, welche nach neuern Bestimmungen im Körper eines Erwachsenen enthalten ist. Diese Flüssigkeitsmasse, welche im Ganzen nur 310 grm. fester Bestandtheile enthält, ist daher vorzüglich dazu geeignet, die Auslaugung der aufgenommenen Speisen zu vollführen. Mengen der abgesonderten Verdauungssäfte.

Mengen der absorbirten Nährstoffe.

Weit weniger zahlreich und deshalb noch weit unzuverlässiger sind die Versuche, welche man über die Mengen der Nährstoffe angestellt hat, die ein Organismus im Stande ist, innerhalb einer bestimmten Zeit vom Darme aus aufzunehmen. Ein Mensch würde darnach innerhalb 1 Stunde etwa zu resorbiren im Stande sein: 430 grm. Zucker, 45 grm. Fett und 100 grm. Proteïnsubstanz.

Verdaulichkeit der Nahrungsmittel.

Das Wort **Verdaulichkeit** ist gewöhnlich in medicinisch-vulgärem Sinne aufgefasst worden, indem man unter leicht verdaulichen Speisen solche verstand, welche selbst bei geschwächten Verdauungsorganen keine merkbaren Beschwerden verursachten. Wissenschaftlich schärfer fasst man diesen Begriff, wenn man darunter die Leichtigkeit versteht, mit welcher die Verdauungssäfte einen Nahrungsstoff zur Resorption vorbereiten, oder die Kürze der Zeit, nach welcher der fragliche Stoff zur Resorption gelangt.

Die Resultate der betreffenden Versuche sind ebenso vag als der Begriff selbst.

Die meisten Versuche, welche man früher zur Ermittlung dieses Gegenstandes ausgeführt hat, sind nicht maassgebend, theils weil man gewöhnlich mit zusammengesetzten Nahrungsmitteln operirte, theils weil man dabei lediglich die Magenverdauung berücksichtigte und die Verdaulichkeit einer Substanz nur nach deren Verschwinden aus dem Magen beurtheilte, während, wie wir oben gesehen (S. 271), selbst normaler Weise ziemlich grosse Quantitäten albuminöser Substanzen den Magen unverdaut verlassen.

Streng wissenschaftliche, sich an die oben festgestellten Verdauungslehren anschliessende, Untersuchungen besitzen wir noch nicht. Man muss sich auch jetzt noch auf die Beobachtungen beschränken, die man an mit künstlichen Magenfisteln versehenen Hunden gemacht hat. Die Verdaulichkeit der Nährstoffe, selbst der einfachern, ist aber so relativ, dass man noch gar nicht zur Feststellung allgemeinerer Regeln gelangt ist. Denn so ist z. B. die Zeit, während welcher gewisse Nahrungsmittel im Magen verweilen, ganz abgesehen von der individuellen Intensität der Verdauung, ausserordentlich abhängig von der Menge der gleichzeitig in den Magen gebrachten Substanz (grosse Mengen selbst sehr leicht verdaulicher Substan-

zen verweilen viel länger im Magen als kleinere) von dem Grade der Zerkleinerung oder feinen Vertheilung, von der Aggregatform (Zellgewebe wird viel schneller gelöst als sehnige Häute, gekochte Proteïnkörper schwerer als nicht gekochte, gekochte Pflanzensubstanzen leichter als nicht gekochte, klumpig geronnenes Caseïn schwerer als flockig geronnenes u. s. w.). Wir übergehen daher hier alle näheren Angaben, da sie zu sehr unter einander differiren, als dass sich einzelne allgemeinere Sätze mit Bestimmtheit feststellen liessen.

Respiration.

Begriffsbestimmung.

Der Respirationsprocess beruht im Wesentlichen auf einem Austausch gewisser gasförmiger Stoffe, welcher in besondern Organen, Lungen, Kiemen oder Tracheen, zwischen Blut und atmosphaerischer Luft statt findet. Zur Beurtheilung dieses Austausches dürfte vor allem die Kenntniss des Gehalts des Blutes und der Luft an den auszutauschenden Gasen erforderlich sein. Die Zusammensetzung der atmosphaerischen Luft ist bekannt, aber nicht so genau kennen wir den jeweiligen Gehalt des Blutes an Gasen (vergl. S. 112). Wir sind also mehr darauf angewiesen, die Veränderungen zu erforschen, welche die atmosphaerische Luft durch die Respiration erleidet. Diese Veränderungen stehen aber wiederum in bestimmten Beziehungen zu den mechanischen Bedingungen der Respiration.

Bedingungen des Gaswechsels im thierischen Organismus.

Es findet nämlich an den Oberflächen, in welchen das Blut mit der Atmosphaere in nächste Berührung kommt, ein fortwährender Luftwechsel statt, bedingt durch gewisse physikalische Bewegungsmittel. Ein Theil dieser Bewegung wird mittelst Muskelwirkung und elastische Gewebe durch Erweiterung und Verengerung der in Lungen oder Tracheen befindlichen Hohlräume bewerkstelligt, ein anderer und gewöhnlich der grössere Theil geschieht durch einfache Diffusion. Veränderungen dieser äussern Bedingungen ziehen auch Modificationen in den Erfolgen des Respirationsprocesses nach

sich; die Ermittlung ihres Einflusses muss eines der ersten Untersuchungsobjecte dieses Processes sein. Indessen wird immer die Constitution des Blutes d. h. dessen Gehalt an Gasen wesentlich auf die quantitativen Verhältnisse jenes Gasaustausches hinwirken. Da wir aber gerade den jeweiligen Gehalt des Blutes an Gasen niemals genau bestimmen können, so müssen wir zur vollständigern Erkenntniss des Respirationsprocesses auf die entferntern Bedingungen desselben, auf die sog. physiologischen Zustände des Organismus zurückgehen, welche gleichzeitig auch in Folge des Nerveneinflusses und durch diesen bedingter Muskelaction auf die mechanischen Bedingungen modificirend einwirken.

Ehe wir jedoch den causalen Zusammenhang der Modificationen des Gaswechsels mit den einzelnen Bedingungen in nähere Erörterung ziehen, seien hier kurz die Methoden angedeutet, nach denen man sich das Untersuchungsmaterial zu verschaffen gesucht hat. Die einfachste Methode besteht darin, dass in einen mit einer tropfbaren Flüssigkeit gefüllten Raum die Exspirationsluft unmittelbar vom Munde aus so eingeleitet wird, dass jene Flüssigkeit mit Leichtigkeit dem eintretenden Gase ausweicht. **Methoden der Respirationsversuche.**

Eine zweite Methode beruht darauf, dass der Mensch oder das Thier in einen abgeschlossenen Raum gebracht wird, zu welchem fortwährend frische Luft zugeleitet, die austretende aber zur Analyse gesammelt wird.

Zu gewissen Versuchen liess man Thiere in einem völlig abgeschlossenen Raume eine Zeitlang athmen und untersuchte dann die darin enthaltene Luft.

Endlich wendete man auch einen Apparat an, in welchen die vom athmenden Thiere exhalirte Kohlensäure fortwährend absorbirt wurde, während eine der verschwundenen Sauerstoffmenge entsprechende Quantität desselben zugeleitet wurde.

Die allgemeinsten Ergebnisse, zu welchen die nach verschieden modificirten Methoden angestellten Versuche geführt haben, sind zunächst folgende: **Allgemeine Ergebnisse derselben.**

Das Blut giebt an die inspirirte Luft Kohlensäure und Wassergas ab und nimmt aus derselben Sauerstoff auf; **Kohlensäure, Wasser und etwas Stickstoff wird exspirirt,**

gewöhnlich geht auch ein sehr kleiner Theil Stickstoff aus dem Blute in die Athmungsluft über, doch findet unter eigenthümlichen Verhältnissen auch das Gegentheil statt.

Verhältniss zwischen Kohlensäure und Sauerstoff.

Das Verhältniss zwischen inspirirtem Sauerstoff und exhalirter Kohlensäure ist nicht constant dasselbe; in gewissen Grenzen finden sehr erhebliche Schwankungen statt. Unter normalen Verhältnissen wird weit mehr Sauerstoff absorbirt, als in der exspirirten Kohlensäure enthalten ist. Durchschnittlich werden etwa auf 1 Vol. absorbirten Sauerstoffs 0,85 Vol. Kohlensäure exhalirt.

Exspirirte Luft voluminöser als inspirirte.

Das Volumen der exspirirten Luft ist immer bedeutender, als das der inspirirten, theils da die Exspirationsluft auf 36,2 bis 37,5° erwärmt ist, theils weil sie gewöhnlich mit Wassergas gesättigt ist.

Stickstoff.

Das Gewichtsverhältniss zwischen exhalirtem Stickstoff und exhalirter Kohlensäure stellt sich gewöhnlich ungefähr = 1 : 100 heraus.

Wasserstoff und Kohlenwasserstoff.

In der exspirirten Luft hat man immer auch geringe Mengen von Wasserstoff und Kohlenwasserstoff gefunden; auch gehen viele flüchtige Stoffe, wie Phosphor, Campher, Alkohol und aetherische Oele, nach Aufnahme derselben durch die Mundhöhle in die Exspirationsluft über.

Menge in bestimmten Zeiten excernirter Kohlensäure

Die von einem gesunden Manne in der Ruhe ausgeathmete Luft enthält durchschnittlich ungefähr 4,334 Volumenprocente Kohlensäure. Von einem erwachsenen, kräftigen Manne werden in 24 Stunden 867 grm. oder (bei 0° und 336''' Bar.) 443409 Cubikcentimeter Kohlensäure, 8 grm. Stickstoff und 325 grm. Wasser in Gasform ausgeathmet; an Sauerstoff werden aber in gleichen Zeiten 746 grm. oder 520601 Cubikcentimeter aufgenommen; ziehen wir von diesen die in der exspirirten Kohlensäure und dem Wasergase enthaltenen Sauerstoffmengen ab, so verbleiben 116 grm. Sauerstoff im Blute.

und absorbirten Sauerstoffs.

Einfluss der Athemfrequenz auf die Kohlensäureexcretion.

Der Kohlensäuregehalt der exspirirten Luft ist sehr abhängig von der Häufigkeit der Athembewegungen. Durch doppelt so schnelles Athmen (ohne Verminderung der normalen Tiefe) wird die relative Menge der

exspirirten Kohlensäure ungefähr um 0,907% geringer als bei dem normalen, ruhig vor sich gehenden Athmen, bei der dreifachen Anzahl von Athemzügen um 1,125%, bei der vierfachen Anzahl um 1,292%, bei der achtfachen endlich um 1,600%. Aus diesen und ähnlichen Beobachtungen geht hervor, dass die Exspirationszahlen Functionen der entsprechenden die Kohlensäureprocente ausdrückenden Zahlen sind. Demnach kommt jeder Exspiration, sie mag eine Dauer haben, welche sie wolle, ein constanter Exspirationswerth von 2,5% zu, dem sich noch eine zweite der Dauer des Athemzugs genau proportionale Menge Kohlensäure beigesellt, wie aus folgender Tabelle deutlicher zu ersehen ist:

Athemzüge.	Kohlensäureprocente.	Constante.	Zunahme der Kohlensäureprocente für die Dauer des Athemzugs.
6	5,7	2,5	3,2
12	4,1	2,5	1,6
24	3,3	2,5	0,8
48	2,9	2,5	0,4
96	2,7	2,5	0,2

Formeln zur Berechnung des Verhältnisses zwischen der Frequenz der Athemzüge und der Kohlensäureausscheidung.

Hiernach lässt sich eine von folgenden Formeln abstrahiren, welche zur Berechnung der den verschiedenen Respirationsfrequenzen zukommenden relativen Kohlensäuremengen dienen können. Ist die bei einer Exspiration von der Dauer von $\frac{60}{3} \cdot 2 - 1$ Secunden gebildete, in 100 Raumtheilen ausgeathmeter Luft vorhandene Kohlensäuremenge $= a$, so wird der Kohlensäurewerth bei einer Dauer von $\frac{60}{3} \cdot 2 - {}^{n}$ Sec. $= a = 3{,}2 + \frac{6{,}4}{2^n}$ sein, oder: Bezeichnet a die bei jeder Exspiration constante Kohlensäure, T die Dauer der kürzesten Athmungsbewegung, so entspricht allgemein der Dauer $T.2^n$ jeder Athmungsbewegung der Kohlensäurewerth I., $a + \frac{2^n - 1}{10}$. Da $T.2^n$ eine Exspiration von jeder beliebigen Dauer t darstellt, so wird $2^n = \frac{t}{T}$. Dieser Ausdruck giebt, in I. eingeführt, für

irgend eine Dauer t einer Exspiration den Kohlensäurewerth II., $a + \frac{t - T}{10\,T}$.

Dass der Rhythmus der Athemzüge der wirksamste Regulator der Kohlensäureexcretion ist, geht aus folgender, nach jenen Formeln berechneter, tabellarischen Uebersicht der in bestimmten Zeiten exspirirten Kohlensäuremenge hervor:

Zahl der Exspirationen in 1 Minute.	Kohlensäure in 100 CC. exspir. Luft.	In 1 Minute exspir. Luft in CC.	In 1 Minute exspir. Kohlensäure in CC.	Durch eine Exspiration ausgeathmete Kohlensäure.
6	5,7	3000	171	28,5
12	4,1	6000	216	20,5
24	3,3	12000	396	16,5
48	2,9	24000	696	14,5
96	2,7	48000	1296	13,5

Einfluss der Tiefe der Athemzüge auf die Kohlensäure-excretion.

Einen ähnlichen Einfluss auf die Kohlensäureexcretion übt auch die Grösse oder Tiefe der Athemzüge aus; wie am deutlichsten aus folgender Uebersicht hervorgeht:

Enthält die Luft normaler Athemzüge = 4,60% Kohlensäure, so sind in der Luft

zweimal	tieferer	,,	= 4,00%	,,
dreimal	,,	,,	= 3,70%	,,
viermal	,,	,,	= 3,38%	,,
achtmal	,,	,,	= 2,78%	,,
ein halbmal	,,	,,	= 5,38%	,,

enthalten.

Kohlensäuregehalt der Luft der Lungenbläschen.

Der Kohlensäuregehalt der Luft nimmt in den feinern Bronchien zu und ist in der Nähe und innerhalb der Lungenbläschen am bedeutendsten; man ersieht dies einerseits daraus, dass die zweite Hälfte einer Exspiration immer um ein Gewisses reicher an Kohlensäure ist, als die erste (z. B. in dieser 3,72%, in jener 5,44%), und andrerseits daraus, dass die Luft einer sehr starken Exspiration kohlensäurereicher ist, als die einer normalen (erstre enthält z. B. 5,18%, während letztere etwa 4,63% enthält). Hieraus berechnet sich, dass in der Luft der Lungenbläschen ungefähr

5,83%, also 1,2% mehr als in der einer normalen Exspiration enthalten sind.

Nach längerer Hemmung des Athmens zeigt sich im exspirirten Luftgemeng eine erhebliche Abnahme der absoluten Menge der Kohlensäure und eine bedeutende Zunahme der relativen. bei Hemmung des Athmens.

Die ältern Versuche, welche man über das Einathmen von reinem Sauerstoff oder sauerstoffreicher Luftgemenge angestellt hat, führten zu eigenthümlichen nicht unter sich übereinstimmenden Resultaten; neuere an Thieren in dieser Beziehung gemachte Versuche zeigten jedoch keine Verschiedenheit von dem Athmen in reiner atmosphaerischer Luft. Einathmen von Sauerstoff,

Reine Kohlensäure kann wegen krampfhafter Verschliessung der Stimmritze nicht eingeathmet werden, selbst eine Luft, die nur 40% von diesem Gase enthält, ist nicht athembar. In einem Luftgemeng, welches reich an Kohlensäure, aber noch athembar ist, wird weniger Sauerstoff absorbirt, zugleich weniger Kohlensäure und etwas mehr Stickstoff als beim Athmen in normaler Luft exhalirt. kohlensäurereicher,

In stickstoffreicher Luft scheint einigen Versuchen zufolge Stickstoff absorbirt zu werden; auch soll mehr Sauerstoff absorbirt und weniger Kohlensäure exhalirt werden. stickstoffreicher Luft.

Das Athmen in Stickstoffoxydulgas bewirkt lebhafte Aufregung, beschleunigte Blut- und Athembewegungen und endlich Asphyxie; im Ganzen wird in diesem Gase mehr Kohlensäure producirt als in atmosphaerischer Luft. Athmen in Stickstoffoxydulgas,

In einer künstlichen Atmosphaere, welche anstatt des Stickstoffs Wasserstoff, aber ebensoviel Sauerstoff als gewöhnliche Luft enthält, geht das Athmen ganz normal von Statten; nur scheint etwas mehr Sauerstoff absorbirt zu werden. in einem Gemeng von Wasserstoff und Sauerstoff.

Gewisse Einflüsse der Aussenwelt üben auf den Athmungsprocess eine bestimmte Wirkung aus; diese Wirkung ist jedoch meistens keine directe, sondern sie geht indirect aus der durch eine Reihe von Ursachen bedingten grössern Veränderung der Frequenz oder der Tiefe der Athemzüge hervor. Da der Organismus gerade durch die Lungen in die Einflüsse der Aussenwelt auf den Gaswechsel.

innigste Beziehung zur Atmosphaere tritt, so werden atmosphaerische Einflüsse auch sichtliche Wirkungen äussern müssen.

Temperatur. Durch sehr zahlreiche, vielfach modificirte Versuche ist die Thatsache ausser Zweifel gesetzt, dass in höherer Temperatur weniger Kohlensäure, in niederer dagegen mehr exhalirt wird, und dass die Menge exhalirter Kohlensäure (unter den Temperaturgraden, in welchen der thierische Organismus noch sein Wohlsein erhält) ziemlich in umgekehrter Proportion zu den Wärmegraden der eingeathmeten Luft steht. Erklärlich wird diese Erfahrung dadurch, dass mit Erhöhung der Temperatur sowohl die Zahl als die Tiefe der Athemzüge etwas abnimmt. Auffallend ist, dass in höhern Temperaturen auch weniger Wassergas exspirirt wird.

Eine Ausnahme von jener Regel finden wir nur bei Thieren, die in niederen Temperaturen in einen torpiden Zustand verfallen, z. B. bei Fröschen; diese exspiriren in diesem Zustande weit weniger Kohlensäure, als bei den nächst höhern Temperaturgraden, wo sie noch lebhaft sind.

Feuchtigkeitsgrad der Atmosphaere. Der Feuchtigkeitsgrad der Luft scheint besonders auf die Tiefe der Athemzüge, zugleich aber auch auf deren Frequenz von Einfluss zu sein; deshalb finden wir, dass in feuchter Luft mehr Kohlensäure exspirirt wird, als in minder feuchter oder trockner.

Luftdruck. Von geringerem Einflusse ist im Ganzen der Luftdruck; indessen vermehrt er beim Steigen die Pulsschläge und die Athemzüge, so dass in einer bestimmten Zeit mehr Luft durch die Lungen geht, als bei niederem Luftdrucke; da jedoch sich der relative Gehalt der exspirirten Luft an Kohlensäure mindert, so ist die absolute Menge der exhalirten Kohlensäure ziemlich dieselbe, wie bei niederem Luftdrucke. Nur plötzliche Schwankungen im Luftdrucke modificiren die respiratorischen Functionen so bedeutend, dass mit frequenterem Athmen weit mehr Kohlensäure exspirirt wird, möge hoher Druck geringer, oder niederer höher werden. Selbst bei excessiven Erhöhungen oder Verminderungen des Luftdrucks bleibt,

wenn diese allmählig geschehen, die Menge der in bestimmten Zeiten exhalirten Kohlensäure sich gleich.

Den Einfluss der Tageszeiten auf die Respiration hielt man früher für sehr bedeutend; allein die wirklich beobachteten Schwankungen in den respiratorischen Functionen reduciren sich grösstentheils auf die Zeit eingenommener Nahrung, auf Schlaf, körperliche Bewegung u. s. w. Tageszeiten.

Im Betreff des Einflusses der Jahreszeiten steht nur so viel fest, dass während des Winters im Durchschnitt ein Fünftel Kohlensäure mehr excernirt wird als im Sommer. Jahreszeiten.

Von der erheblichsten Einwirkung auf die Respiration sind die innern Zustände des Organismus, da diese gerade auf eines der wichtigsten Momente des Respirationsprocesses, auf den Gehalt des Blutes an Gasen und besonders an Kohlensäure einwirken, nebenbei aber auch nicht ohne Einfluss auf die Blut- und Athembewegungen sind. Innere Zustände des Organismus.

Unter diesen innern Zuständen steht der Einfluss der Nahrung obenan.

Bei völliger Abstinenz von Nahrung, bei sog. Inanitionsversuchen sinkt die Sauerstoffabsorption ziemlich stetig bis zum Tode, nur im Anfange und zu Ende des Versuchs etwas rascher. Im Anfange der Inanition werden zur Kohlensäurebildung etwa 80% des absorbirten Sauerstoffs, zu Ende derselben aber nur ungefähr 73% verwendet. Die Menge der excernirten Kohlensäure nimmt im ersten Drittel der Inanitionsperiode ziemlich gleichmässig und schnell ab, im zweiten Drittel langsam, im letzten Drittel wieder schneller. Bei Versuchen, in welchen den Thieren neben der festen Nahrung nicht gleichzeitig das Getränk entzogen ward, wurden auf je 100 Th. Kohlensäure 75 Th. Wasserdunst exhalirt. Oft wird bei hungernden Thieren, namentlich bei Vögeln, auch eine Stickstoffabsorption beobachtet. Abstinenz von Nahrung.

Schon das Uebergehen einer einzigen Mahlzeit ändert die Verhältnisse des Gaswechsels sehr erheblich, indem Sauerstoffabsorption und Kohlensäureexcretion dadurch bedeutend vermindert werden. Dagegen wird während der Verdauung und zwar schon 1 bis 2 Stunden nach Aufnahme der Nahrung Verdauung.

eine bedeutende Zunahme im absorbirten Sauerstoff wie in der exhalirten Kohlensäure beobachtet.

Einfluss der chemischen Natur der Nahrungsmittel auf die respiratorischen Functionen.

Die chemische Natur der Nahrungsmittel ist von wesentlichem Einfluss auf die Respirationsproducte. Nach dem Genusse von Amylaceen wird weit mehr Sauerstoff zur Kohlensäurebildung verwendet, als bei Fleischfütterung; während bei letzterer auf 100 Th. aufgenommenen Sauerstoffs nur etwa 74 Th. in der Kohlensäure wiedergefunden werden, pflegen bei vegetabilischer Kost von 100 Th. absorbirten Sauerstoffs mehr als 91 Th. zur Kohlensäurebildung verwendet zu werden. Stickstoff wird zwar auch bei vegetabilischer Nahrung ausgeathmet, jedoch in weit geringerer Menge, als bei animalischer.

Verhältniss des absorbirten Sauerstoffs zu dem der exhalirten Kohlensäure nach dem Genusse verschiedener Nährstoffe.

Es fragt sich nun, ob jene Differenz, die wir in dem Verhältniss des absorbirten Sauerstoffs zu dem in der exhalirten Kohlensäure enthaltenen nach verschiedener Nahrung finden, sich auf bestimmte chemische Verhältnisse zurückführen lässt. Denken wir uns zunächst, dass die stickstofffreien Materien im Organismus vollständig zu Kohlensäure und Wasser verbrennen, so ergiebt sich leicht aus ihrer Zusammensetzung, dass sie zu dieser vollständigen Oxydation sehr verschiedene Mengen Sauerstoff bedürfen werden, je nach der Menge Oxygen, welche schon in ihnen enthalten ist. Die Kohlenhydrate werden z. B. nur so viel Sauerstoff aufnehmen, als gerade zur Oxydation ihres Kohlenstoffgehalts nöthig ist, die Fette werden dagegen noch Sauerstoff zur Oxydation eines grossen Theils ihres Wasserstoffs bedürfen, wogegen in den organischen Säuren so viel Sauerstoff enthalten ist, dass dieser selbst zur Oxydation eines Theils des Kohlenstoffs ausreicht; sie werden daher zu ihrer Verbrennung sehr wenig freien Sauerstoff noch aufnehmen. Bei den stickstoffhaltigen Nährstoffen müssen wir annehmen, dass ein Theil Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff mit der zugehörigen Menge Stickstoff sich unter der Form von Harnstoff ablöst; und wir können daher diese Stoffe nur nach Abzug der Harnstoffelemente als der Respiration anheimfallend betrachten.

Setzen wir den Sauerstoff als Einheit und berechnen, wieviel von jedem einzelnen Nährstoffe nöthig ist, um mit der Einheit des Sauerstoffs gerade Kohlensäure und Wasser zu bilden, so erhalten wir gewissermaassen respiratorische Aequivalente, welche im umgekehrten Verhältnisse zu dem Werthe stehen, den jede einzelne Substanz für den Oxydationsprocess im Thierkörper oder die Entwicklung der thierischen Wärme haben mag. Hauptsächlich finden wir aber in dieser Betrachtung auch die Beantwortung der oben aufgeworfenen Frage. Denken wir uns nämlich, dass der Gaswechsel in den Lungen eine Zeit lang nur das Resultat der Verbrennung eines einzigen der Nährstoffe sei, so kommen natürlich von 100 Th. zur vollständigen Oxydation eines Körpers verwendeten Sauerstoffs sehr verschiedene Mengen auf die Oxydation des Kohlenstoffs; es werden sich also auch sehr verschiedene Mengen Oxygen in der gebildeten, d. h. hier exhalirten Kohlensäure wiederfinden. Folgende Tabelle wird über die hier berührten Verhältnisse den besten Aufschluss geben:

Respiratorische Aequivalente.

Substanz	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Neben dem vorhandenen Sauerstoff sind noch zur CO_2- u. HO-bildung nöthig.	Respiratorische Aequiv.: 100 Th. Sauerstoff oxydiren	Von 100 Th. absorbirten O sind in der CO_2 enthalten
100 Th. Fett enthalten	78,13	11,74	10,13	292,14	34,23	71,32
" " Stärkmehl "	44,45	6,17	49,38	118,52	84,37	100,00
" " Zucker "	40,00	6,66	53,34	106,67	93,75	100,00
" " Aepfelsäure "	41,38	3,45	55,17	82,78	120,80	110,53
" " Albumin "	47,48	4,98	13,14	153,31	65,23	82,60
" " Collagen "	42,52	4,47	13,59	135,56	73,77	83,64
" " Fleisch "	46,10	4,72	13,66	147,04	68,01	83,60.

Es bedarf kaum der Bemerkung, dass selbst bei ausschliesslichem Genusse von Stärkmehl oder Zucker oder Fett sich nie das Verhältniss zwischen absorbirtem und in der Kohlensäure exhalirtem Sauerstoff so herausstellen wird, wie die Zahlen der letzten Columne anzeigen; denn es ist zu erwägen, dass neben der Oxydation der stickstofffreien Nährstoffe gleichzeitig auch ein Theil der stickstoffhaltigen Gewebstheile

unbrauchbar wird und ebenfalls der Oxydation anheimfällt, wodurch natürlich jene Proportion verändert wird.

Verwerthung jener Aequivalente zur Beurtheilung gewisser Verhältnisse des thierischen Stoffwechsels.

Jene Zahlen können aber zur **Beurtheilung der quantitativen Verhältnisse des thierischen Stoffwechsels** vielfach verwerthet werden. Beispielshalber führen wir hier nur zwei Fälle an, die mit Zugrundelegung jener Zahlen in einer einfachen Gleichung ihren Aufschluss finden. Wir könnten erstens die Frage aufwerfen, wie wird sich der absorbirte Sauerstoff zu dem in der exhalirten Kohlensäure enthaltenen verhalten, wenn ein Thier eine Zeit lang nur eine bestimmte Quantität Stärkmehl als Nahrung erhält? Ist die typische Grösse des täglichen, stickstoffhaltigen Gewebsverlustes, die man natürlich kennen muss, $= c$, die Proportionszahl für das Sauerstoffverhältniss bei der Consumtion dieser Theile (wie aus Inanitionsversuchen sowohl als Versuchen bei Fleischkost hervorgeht) $= 83{,}6$, die Menge des aufgenommenen und zur Oxydation gelangenden Stärkmehls $= a$, so ergiebt sich die Proportionszahl für die Kohlensäureexcretion aus der Gleichung $\frac{c.\ 83{,}6 + a\ .\ 100}{c + a} = x$. Oder wollten wir wissen, wieviel bei Inanitionsversuchen an Fett neben stickstoffhaltigem Material der Oxydation anheimfällt: so können wir den typischen Albuminatverbrauch aus der Menge gebildeten Harnstoffs berechnen; dieser sei $= c$; für reinen Fettgenuss ist die Proportionszahl $= 71{,}32$; die im Zustande der Inanition gefundene Proportion für absorbirten und in der Kohlensäure exhalirten Sauerstoff z. B. $= 75$, so erhält man nach der vereinfachten Formel:
$\frac{(83{,}60 - 75{,}00)\ .\ c}{75{,}00 - 71{,}32} = x$, d. h. die Menge Fett, welche neben c Albuminaten der Verbrennung unterlag.

Einfluss der Nahrungsquantitäten,

Es bedarf nun nach dem Erwähnten kaum der Bemerkung, dass auch die **Quantität der genossenen Nahrung** von erheblichem Einfluss auf die Grösse des in den Lungen vor sich gehenden Gasaustausches ist; es giebt aber natürlich eine gewisse Grenze, über welche die Sauerstoffabsorption und Kohlensäureexcretion nicht hinausgeht; sehen wir doch, dass

schon die Absorption der verschiedenen Nährstoffe ein gewisses Maass nicht zu überschreiten vermag. Unter Ernährung kommen wir ohnedem auf die sog. Luxusconsumtion zurück.

Nach mässigem Genusse von spirituösen Getränken wird die Kohlensäureexcretion absolut und relativ verringert; dasselbe findet auch nach Aufnahme von Theeïn, aetherischen Oelen u. s. w. statt. spirituöser Getränke,

Eine sehr erhebliche Verminderung der Kohlensäureausscheidung bewirkt der Schlaf; bei Menschen fand man das Verhältniss der im Wachen excernirten Kohlensäure zu der im Schlafe excernirten einmal = 40,74 : 31,39.

Besonders auffällig sind die Respirationsverhältnisse im Winterschlafe der Thiere; man hat in dieser Hinsicht die Murmelthiere besonders sorgfältig beobachtet. Während 1000 grm. dieser Thiere wachend 1,2 grm. Sauerstoff absorbiren, nehmen sie im Winterschlafe nur 0,045 grm. auf; während ferner vom absorbirten Sauerstoff bei wachenden Thieren 73% in der excernirten Kohlensäure wiedererscheinen, treten bei winterschlafenden nur 56,7% in die Kohlensäure über. des Winterschlafs,

Unmittelbar nach dem Erwachen aus dem Nachtschlafe ist bei Menschen eine sehr bedeutende Kohlensäureausscheidung beobachtet worden. des Erwachens,

Durch körperliche Bewegung wird die Aufnahme von Sauerstoff und die Ausgabe von Kohlensäure relativ und absolut vermehrt. körperlicher Bewegung,

Rücksichtlich des Einflusses des Lebensalters auf die Respiration haben Versuche gelehrt, dass die Menge der täglich excernirten Kohlensäure durchschnittlich bis zum 40. und 46. Lebensjahre, hauptsächlich aber mit der Entwicklung des Muskelsystems zunimmt. Berechnet man aber bei Kindern oder jungen Thieren die excernirte Kohlensäure auf gleiches Körpergewicht, so stellt sich heraus, dass Kinder fast doppelt soviel Kohlensäure produciren, als Erwachsene. des Lebensalters,

Männliche Personen excerniren mehr Kohlensäure als weibliche; denselben Einfluss zeigt das Geschlecht bei Thieren. des Geschlechts,

Zur allgemeinen Uebersicht über die eben angedeuteten Verhältnisse diene folgende nach directen Versuchen berechnete Tabelle, deren Resultate mit den meisten andern in dieser Richtung angestellten Versuchen nahe übereinstimmen.

Subject	Alter	Körpergewicht	In 1 St. excernirte Kohlensäure	Von 1000 grm. Körpergewicht in 1 St. excernirte Kohlensäure
Mann . . .	35 Jahr	65,5 Klgrm.	33,530 grm.	0,5119 grm.
Jüngling .	16 ,,	57,75 ,,	34,280 ,,	0,5887 ,,
Soldat . .	28 ,,	82,00 ,,	36,623 ,,	0,4466 ,,
Jungfrau .	17 ,,	55,75 ,,	25,342 ,,	0,4546 ,,
Knabe . .	9¾ ,,	22,00 ,,	20,338 ,,	0,9245 ,,
Mädchen .	10 ,,	23,00 ,,	19,162 ,,	0,8831 ,,

Respirationsverhältnisse bei Thieren: Rücksichtlich der Respirationsverhältnisse verschiedener Thierclassen lässt sich Folgendes als feststehend annehmen:

bei Säugethieren, Bei Säugethieren hängt das Verhältniss zwischen absorbirtem Sauerstoff und exhalirter Kohlensäure lediglich von der Nahrung ab; wir finden hier die bereits oben festgestellten Proportionen bestätigt. Durchschnittlich scheinen ferner die Carnivoren etwas mehr Sauerstoff zu absorbiren und Kohlensäure zu produciren als die Herbivoren; von den erstern wird auch etwas mehr Stickstoff exhalirt als von den letztern.

Vögeln, Bei Vögeln hängt die Grösse der Respirationsproducte hauptsächlich von dem Grade ihrer Lebhaftigkeit ab; da kleinere Vögel durchschnittlich weit lebhafter sind als grössere, so exhaliren jene für ein gleiches Körpergewicht eine weit grössere Menge Kohlensäure und absorbiren auch entsprechend mehr Sauerstoff.

Eiern derselben, Auch die Eier der Vögel exhaliren namentlich während der Bebrütung Kohlensäure und absorbiren mehr Sauerstoff als in der exhalirten Kohlensäure enthalten ist; je weiter die Entwicklung des Foetus vorwärts schreitet, desto auffallender treten die absoluten Mengen der wechselnden Gase hervor.

Amphibien, Auch bei den Amphibien zeigt sich, dass die agileren Thiere einen regeren Gaswechsel in den Lungen vollführen

als die trägern. Im Ganzen aber ist derselbe bei weitem geringer als bei Säugethieren und Vögeln.

Insecten, Die durch Tracheen athmenden Insecten zeigen in den quantitativen Verhältnissen des Gaswechsels keinen auffallenden Unterschied von denen der lungenathmenden Thiere. Fischen, Dasselbe gilt auch von den Kiemenathmern, den Fischen; bei letztern hängt die Grösse der Kohlensäureexcretion auch sehr von der Lebhaftigkeit der Thiere ab.

durch die Haut athmenden Thieren. Auch diejenigen Thiere, welche nur durch die Haut athmen, z. B. die Regenwürmer, haben in ihren Respirationsverhältnissen keine wesentlichen Differenzen wahrnehmen lassen.

Um die Uebersicht über die angeführten Verhältnisse durch Zahlenangaben zu erleichtern, fügen wir folgende Tabelle bei:

Thierspecies	Futter	Von 100 Th. absorb. O gehen an die excernirte CO_2	Von 1000 grm. Thier in 1 St.		
			Verbrauchter Sauerstoff	Exhalirte Kohlensäure	Exhalirter Stickstoff
			grm.	grm.	grm.
Hund . .	Fleisch	74,5%	1,183	1,211	0,0078
Kaninchen	Möhren	91,9 „	0,883	1,116	0,0036
Hühner . .	Hafer	80,7 „	1,053	1,320	0,0079
Kleine Vögel	Hafer	75,3 „	11,473	11,879	0,1296
Frösche . .	—	76,0 „	0,084	0,088	0,0005
Salamander	—	82,4 „	0,085	0,096	—
Eidechsen	—	75,2 „	0,192	0,198	0,0025
Maikäfer	—	80,8 „	1,0195	1,1372	—
Seidenraup.	—	78,2 „	0,899	0,960	—
Schleien	—	72,3 „	0,0143	0,0138	—
Goldfische	—	72,3 „	0,0409	0,0419	—
Regenwürm.	—	77,5 „	0,1013	0,0982	—

Verhältniss der Perspiration zur Respiration. In allen diesen Versuchen sind die Producte der Perspiration denen der Lungenathmung beigerechnet, indem sie nach einer oder der andern Methode bestimmt wurden, wo beied gleichzeitig gesammelt werden. Neuern Versuchen nach sind aber die Perspirationsproducte denen der Respiration gegenüber auch höchst gering. So ist z. B. bei Säugethieren und Vögeln das Verhältniss der durch die Haut exhalirten

Kohlensäure zu der durch die Lungen exhalirten ungefähr nur wie 4 bis 17 : 1000 gefunden worden. Bei manchen Thieren, z. B. bei Amphibien, hat man jedoch das Verhältniss ganz anders gefunden; denn so können z. B. Frösche, denen man die Lungen exstirpirt hat, nicht nur sehr lange leben, sondern sie geben fast dieselben Mengen Perspirationsproducte, wie die mit unverletzten Lungen.

Respiration in Krankheiten.

Ueber die Verhältnisse des Gaswechsels in Krankheiten ist man noch sehr wenig unterrichtet. Die bisher über diesen Gegenstand ausgeführten Versuche haben eigentlich zu keinem andern Resultate geführt, als dass bei jeder krankhaften Affection, möge diese acut oder chronisch genannt werden, die Kohlensäureexcretion vermindert ist, höchstens der normalen Grösse nahe kommt, dieselbe aber niemals übersteigt. Eine überreichliche Oxydation oder zu grosse Ausscheidung von Kohlensäure ist noch in keiner Krankheit beobachtet worden.

Theorie der Respiration.

Die Theorien über den Respirationsprocess haben seit der Entdeckung des Sauerstoffs vielfach gewechselt. Ausser den in dem Obigen niedergelegten Thatsachen haben wir besonders die folgenden physikalischen Verhältnisse zu berücksichtigen, um zu einer allgemeineren Anschauung über den Respirationsprocess zu gelangen.

Mechanische Bedingungen.

Die rein mechanischen Bedingungen der Athmung sind aus der allgemeinen Physiologie bekannt; wir wissen, dass der Hohlraum, welchen die Luftwege von der Trachea bis in die Lungenbläschen bilden, beim Athmen verjüngt und erweitert wird, und dass durch diese Acte nur ein geringer Theil der in jenem Raume enthaltenen Luft ausgetrieben und durch neue Luft ersetzt wird.

Wechsel der Gase in den Luftwegen.

Die frische in jenen Raum gedrungene Luft wird durch die Athmung mit der zurückgebliebenen nicht etwa zusammengeschüttelt, sondern sie kann in jenem Systeme immer feiner und zahlreicher werdender Röhren nur nach dem Gesetze der Diffusion der Gase einen Austausch der Bestandtheile mit der in dem tiefern Theilen der Luftwege enthaltenen eingehen; wir fanden daher durch directe Beobachtun-

gen, dass die tiefern Theile der Luftwege mehr Kohlensäure und die Lungenbläschen am meisten enthielten. Die gefundenen Zahlen stimmen mit dem Diffusionsgesetze vollkommen überein.

Schwieriger ist der Austausch der Gase zu erklären, wie er zwischen der Luft der Lungenbläschen und der im Blute enthaltenen Luft durch die thierischen Membranen hindurch geschieht. Wir haben schon gesehen, dass wir die Luft des Blutes nicht so genauen und oft wiederholten Untersuchungen unterwerfen können, wie die Ausathmungsluft; es fehlt uns also die Kenntniss der jeweiligen Constitution der im Blute enthaltenen Luft, des zweiten wichtigsten Factors, um eine feste Grundlage zur Theorie des Respirationsprocesses zu gewinnen. Darum ist es nothwendig, dass wir erst auf die Quellen der Gase des Blutes und der Kohlensäure insbesondere zurückgehen, ehe wir ein anschauliches Bild von dem Processe gewinnen können, der in den Lungen vor sich geht.

Quellen der Gase des Bluts.

Die Kohlensäure wird zum grossen Theil während der Thätigkeit der Organe und durch die in ihnen vor sich gehenden chemischen Processe gebildet; dies geht nicht blos daraus hervor, dass wir in allen Gewebsflüssigkeiten, in allen Organen nachweisbare Mengen von Kohlensäure vorfinden, und dass andrerseits bei grösserer Thätigkeit der Organe auch reichlichere Mengen von Kohlensäure gebildet und exhalirt werden, sondern hauptsächlich auch aus directen Versuchen mit den isolirten Organen, in welchen sich die erheblichste Thätigkeit zu entwickeln pflegt, nämlich mit den Muskeln. Es ist durch die unzweideutigsten Versuche festgestellt worden, dass wohlpraeparirte Muskeln (vom Frosche) Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure exhaliren, so lange die Reizbarkeit oder Zuckungsfähigkeit derselben andauert, dass die letztere in irrespirabeln Gasarten verloren geht, und dass endlich selbst ein völlig blutleerer Muskel jenen Gaswechsel so lange unterhält, als er noch zuckungsfähig ist. Der Gaswechsel und die Bildung von Kohlensäure geschieht hier also unmittelbar von dem Organ aus, von dem sonst erst auf vielen Umwegen (und

Kohlensäure wird grossentheils im Parenchym der Organe bei deren Function gebildet.

zwar nothwendiger Weise durch Blut und Lungen) die Kohlensäure zur Atmosphaere gelangt. Dass die Kohlensäure schon im Parenchym der Organe gebildet wird, lehrt übrigens auch die vergleichende Physiologie; denn wir sehen z. B., dass bei den Insecten die atmosphaerische Luft durch die Tracheen bis in die innersten Theile der Organe hineingeleitet und dass dort unmittelbar jener Gaswechsel zwischen Sauerstoff und Kohlensäure vollführt wird.

Gasaustausch zwischen den Blutcapillaren und parenchymatösen Säften.

Bei den höhern Thieren lässt sich nun, bevor wir den Austausch der Gase in den Lungen betrachten, noch ein zweiter Gaswechsel zwischen dem im Blute der Capillaren enthaltenen Sauerstoff und der Kohlensäure der parenchymatösen Säfte unterscheiden. Dass die Capillaren Sauerstoff abgeben und Kohlensäure aufnehmen, darüber kann kein Zweifel obwalten; denn das lehrt der Unterschied des arteriellen und venösen Blutes rücksichtlich ihres Gehalts an Gasen (vergl. S. 111).

Aus diesen Thatsachen ist aber keineswegs zu schliessen, dass alle Kohlensäure erst im Parenchym der Organe gebildet und aller in den Lungen aufgenommene Sauerstoff nur mechanisch gebunden den Organen zugeführt werde. Es spricht nämlich mehr als eine Thatsache dafür, dass ein Theil des absorbirten Sauerstoffs schon im arteriellen Blute chemische Verbindungen eingehe; wir brauchen nur daran zu erinnern, dass der Sauerstoff vom Blute in weit grösserer Menge aufgenommen wird, als es nach mechanischen Gesetzen aufzunehmen im Stande wäre, dass ferner die Sauerstoffabsorption seitens des Blutes unabhängig vom äussern Drucke ist, was sie durchaus sein müsste, wäre sie eine einfach mechanische (s. S. 112); ferner ist nicht ausser Acht zu lassen, dass das Blut beim Durchgange durch die Lungencapillaren, d. h. also nach Abgabe von Kohlensäure und Aufnahme von Sauerstoff, solche chemische Veränderungen erleidet, dass diese nur von einer chemischen Einwirkung des Oxygens abzuleiten sind (vergl. S. 126), und endlich ist der Erfahrung zu gedenken, dass gerade der Inhalt der Blutkörperchen, die Haematokrystallin liefernde Substanz, der chemi-

Ein grosser Theil Sauerstoff wird schon im arteriellen Blute chemisch gebunden.

schen Einwirkung des Sauerstoffs noch zugänglicher ist, als mehrere andre Proteïnkörper (vergl. S. 110). Sei daher der Sauerstoff im arteriellen Blute auch noch so locker gebunden, so wird er daselbst doch immer so gut chemisch gebunden sein, als das zweite Atom Kohlensäure im doppeltkohlensauren Kali.

Aus dem wenigstens theilweisen Chemischgebundensein des Sauerstoffs im arteriellen Blute folgt aber noch nicht, dass in demselben auch schon Kohlensäure und Wasser gebildet werde. Die Blutkörperchen, die Hauptträger des Sauerstoffs, erleiden erst in den Capillaren des grossen Kreislaufs so erhebliche Veränderungen, dass man hieher die Bildung der Kohlensäure versetzen müsste, wenn nicht die oben erwähnten Thatsachen zur Evidenz erwiesen, das mindestens ein sehr grosser Theil der Kohlensäure seinen Ursprung in der Function der Organe und in den dort vor sich gehenden chemischen Processen nimmt. Indessen wird auch gewiss ein wenn auch weit geringerer Theil Kohlensäure bereits im arteriellen Blute gebildet. Im letzterem findet man immer noch so viel Kohlensäure, dass es nicht recht glaubhaft ist, diese rühre noch von venösem Blute her und sei in den Lungen nur nicht ausgeschieden worden; (man hat bekanntlich auch im arteriellen Blute absolut mehr Kohlensäure als im venösen gefunden, vergl. S. 112). Hauptsächlich spricht aber für eine theilweise Bildung von Kohlensäure im Blute auch die Erfahrung, dass organischsaure Alkalien und Zucker im Blute so schnell verschwinden und in Kohlensäure und Wasser verwandelt werden, dass nicht daran zu denken ist, diese Substanzen drängen erst ins Parenchym der Organe, um dort verbrannt zu werden.

Ein geringer Theil Kohlensäure wird schon im Blute gebildet.

Nachdem wir uns überzeugt haben, dass jener Austausch von Sauerstoff und Kohlensäure, den wir schlechthin Respiration nennen, nicht auf eine einzige Stelle des Organismus beschränkt ist, dass einerseits schon in den Luftwegen auf doppelte Weise, durch mechanischen Transport und durch Diffusion, ein Luftwechsel bewerkstelligt wird, und dass von der andern Seite im Parenchym aller Organe und in den Blutca-

Absorptionsgesetze.

pilaren ein lebhafter Gasaustausch stattfinde: bleibt die Beantwortung der Frage übrig, nach welchen Gesetzen auf der feuchten Schleimhaut der Lungenbläschen der Wechsel zwischen den elastischen Gasen der zugeführten Luft und den verdichteten Gasen des Blutes der Lungencapillaren vollführt wird.

Zwei physikalische Gesetze sind es, welche nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft zunächst zur Beantwortung jener Frage beitragen können, nämlich das eine, wornach die Menge oder das Volumen eines absorbirten Gases lediglich von dem Drucke abhängt, unter welchem das über der Flüssigkeit befindliche Gas nach vollendeter Absorption steht, und ein zweites, wornach bei gemengten Gasen der Druck jedes einzelnen Gases, der bekanntlich von dem der beigemengten Gase völlig unabhängig ist, lediglich die Proportion bestimmt, in welcher dieses von einer Flüssigkeit absorbirt wird. Ist demnach in dem Blute mehr Kohlensäure enthalten, als der Druck, unter welchem die Kohlensäureatmosphaere in den Lungenbläschen steht, in dem Blut condensirt zu erhalten vermag: so wird aus dem Blute eine entsprechende Quantität Kohlensäure entweichen, aber nur soviel von derselben, bis die Menge der im Blute enthaltenen Kohlensäure auf die Zahl herabgesetzt ist, welche kohlensäurefreies Blut unter einer dem Kohlensäuredrucke der Lungenbläschen entsprechenden Tension an Kohlensäure absorbiren würde. Die Menge der in die Lungen übertretenden Kohlensäure würde demnach sowohl von der Menge der im Blute condensirten Kohlensäure als von der Tension der in der Lungenbläschenluft schon enthaltenen gasigen Kohlensäure abhängen.

Deren Anwendung auf den Gaswechsel in den Lungen.

Für den Sauerstoff muss jenen Gesetzen zufolge unter den im Thierkörper gegebenen Verhältnissen gerade die entgegengesetzte Bewegungsrichtung bedingt werden. Das in die Lungen gelangende Blut ist nicht mit Sauerstoff gesättigt; es ist unter dem Drucke, unter welchem es in den Lungen steht, eine grössere Menge Sauerstoff aufzunehmen im Stande;

die Tension des in den Lungenbläschen enthaltenen Sauerstoffs ist so bedeutend, dass dadurch noch ein Theil Sauerstoff in das Blut hinübergetrieben, d. h. von demselhen condensirt wird. Beide Gase sind also völlig unabhängig von einander, ihr Austausch geschieht nicht etwa durch eine gegenseitige Verdrängung, sondern wird für jedes einzelne durch den Gehalt des Bluts an condensirtem Gase und durch die Tension des entsprechenden, in der Lungenbläschenluft enthaltenen, elastisch flüssigen Gases bedingt.

Wenn aber in erwähnter Weise das Absorptionsgesetz stets die Grundlage jeder Theorie der Respiration bleiben muss, so darf doch nicht ganz ausser Acht gelassen werden, dass der Sauerstoff nicht blos mechanisch vom Blut absorbirt, sondern auch chemisch gebunden wird; ein Umstand, der jedoch auf den ersten Uebergang des Oxygens ins Blut von geringer Bedeutung ist. Mehr noch dürfte vielleicht als ein weiterer Factor für diese Gasbewegungen der Umstand zu berücksichtigen sein, dass die Gase feuchte Membranen durchdringen müssen; es ist aber noch völlig unbekannt, welchen Einfluss deren Permeabilität auf den Gaswechsel ausübt. Einfluss der Permeabilität der Membranen auf den Gaswechsel.

Von den Effecten der Respiration auf den gesammten Stoffwechsel im thierischen Organismus wird im folgenden Capitel die Rede sein; gewöhnlich knüpft man aber an die Theorie der Respiration die der thierischen Wärme, da man diese für den Haupteffect der Respiration hält. Die thierische Wärme ist aber nicht die unmittelbare Folge der Athmung, wird also nicht eigentlich in den Lungen erzeugt, sondern ist wenigstens zum grössten Theile das Resultat der an den verschiedensten Stellen des Organismus vor sich gehenden Oxydationsprocesse. Directe Untersuchungen, welche den Zweck hatten, die Menge der thierischen Wärme zu vergleichen mit der Menge der aufgenommenen Nahrungsmittel oder vielmehr mit deren Erwärmungswerth, haben zwar gelehrt, dass mindestens ein Zwanzigstel der von einem Organismus entwickelten Wärmemenge nicht von der Oxydation oder Verbrennung der aufgenommenenen Nahrungsmittel abgeleitet Theorie der thierischen Wärme.

werden könne (d. h. dass die Oxydation der Nahrungsmittel nur $^{19}/_{20}$ der thierischen Wärme zu erzeugen vermöge): allein hieraus darf keineswegs geschlossen werden, dass etwa eine besondre organische Kraft jenes Zwanzigstel thierischer Wärme erzeuge; denn man muss einerseits erwägen, dass die uns jetzt vorliegenden Fundamentalversuche, nach welchen wir die Wärmemengen aus gewissen Mengen oxydirter Stoffe zu berechnen pflegen, keineswegs so genau ausgeführt sind, dass sie der Berechnung als unzweifelhafte Unterlagen dienen könnten: andrerseits würde es aber geradezu auffallend sein, wenn im thierischen Organismus, wo so viel andre chemische Processe ihren Ablauf nehmen, nicht auch diese zur Entwicklung der thierischen Wärme beitrügen. Man braucht daher, um die Entstehung jenes Zwanzigstels der thierischen Wärme zu erklären, noch keineswegs zu dem noch immer räthselhaften Nervenagens seine Zuflucht zu nehmen.

Wenn wir aber in dem Obigen (vergl. S. 246 u. 250) die Fette und Kohlenhydrate nicht blos als Wärmeeregungsmittel gelten liessen, sondern denselben auch noch andre Functionen im Thierkörper zuschrieben: so gingen wir von dem Gesichtspunkte aus, die *thierische Wärme nicht als Selbstzweck* zu betrachten, nicht als letztes Ziel der Bewegungen stickstofffreier Materien. Die thierische Wärme steht nicht höher, als jede andere Erscheinung, jeder andre Erfolg, der sich uns im lebensthätigen Organismus kund giebt. Wirkung und Ursache zugleich geht sie, wie bei der Verbrennung, aus Processen hervor, auf die sie rückwärts wieder begünstigend einwirkt, ist sie nichts als die unvermeidliche Consequenz der chemischen Vorgänge im thierischen Organismus.

Ernährung.

Bei der Ernährung, welche eigentlich die Summe aller der bisher betrachteten thierischen Processe bildet, kommt zunächst das Verhältniss jener Stoffe in Frage, welche von aussen eingeführt, zur Erhaltung der thierischen Functionen dienen. Da die eiweissartigen Stoffe, die Fette, die Kohlenhydrate und gewisse Salze die Vermittler der thierischen Stoffmetamorphose bilden, so werden eben dieselben auch hauptsächlich in den zur Unterhaltung der Lebensfunctionen nöthigen Materien, d. h. in den Nahrungsmitteln enthalten sein müssen. Wird auch ein Theil des Zuckers, ein Theil des Fetts im thierischen Organismus gebildet, so reicht dessen Menge doch keineswegs aus, um den Lebenszwecken zu dienen. Die Erfahrung hat daher auch gelehrt, dass diejenigen Nahrungsmittel die besten und kräftigsten sind, in welchen sich Repraesentanten aus allen vier Classen jener wesentlichen Nährstoffe vorfinden; die Milch liefert uns hierzu das sprechendste Beispiel. Zahlreiche Versuche haben übrigens gelehrt, dass kein lebendes Wesen auf längere Zeit durch ein Nahrungsmittel ernährt werden kann, in welchem eine jener vier Gruppen von Nährstoffen nicht vertreten ist. Da jene vier Kategorien von Stoffen im thierischen Organismus während des Lebens fortwährend abgenutzt, umgewandelt und untauglich werden, so müssen sie vom Thierkörper zum Wie-

Nährstoffe und Nahrungsmittel.

derersatz des Verlorengegangenen (sei dieses Flüssigkeit oder Gewebe, Ponderabel oder Imponderabel) und zur gleichmässigen Fortsetzung der Lebenserscheinungen in entsprechenden Proportionen wieder aufgenommen worden. Der Wiederersatz muss sich also nach dem Verbrauche richten.

Nahrhaftigkeit der Nahrungsmittel.

Der Begriff der Nahrhaftigkeit eines Nahrungsmittels wird immer ein sehr relativer sein, da dieselbe abhängig ist theils von der Proportion, in welcher die vier Grundlagen der Ernährung in ihm gemischt sind, theils von dem individuellen Bedürfnisse des zu nährenden Organismus. Zu einer wissenschaftlichen Beurtheilung des Nährvermögens eines zusammengesetzten Nahrungsmittels werden also immer zwei Punkte in nähere Erwägung zu ziehen sein, nämlich einerseits dessen Gehalt an jenen vier Elementen der Ernährung und andrerseits die Umstände, unter denen der Organismus zur Erhaltung seiner Integrität sowohl als zur Hervorbringung gewisser Kraftwirkungen einen grössern oder geringern Bedarf an allen oder einzelnen jener Nahrungselemente zeigt. Die Beantwortung beider Fragen geht im Wesentlichen auf quantitative Untersuchungen hinaus; daher hauptsächlich statistisch-chemische Forschungen die Unterlagen für diesen Theil der Ernährungsphysiologie bilden. Es bedarf übrigens nach dem unter „Verdauung“ Gesagten kaum der Erwähnung, dass die Verdaulichkeit auch einer der Factoren des Nährvermögens eines Nahrungsmittels ist; denn ein solches kann alle Nährelemente in richtiger Proportion enthalten und wird doch vielleicht im Nahrungswerthe anderen Nahrungsmitteln nachzusetzen sein, da in ihm die Nährstoffe den Verdauungsflüssigkeiten weniger zugänglich sind.

Bestimmungen des Nahrungswerthes nach dem Stickstoffgehalte

Um ungefähre Bestimmungen für den Nahrungswerth verschiedener Nahrungsmittel zu gewinnen, hat man seine Aufmerksamkeit im Allgemeinen mehr auf den Gehalt eines Nahrungsmittels an stickstoffhaltigem Material gerichtet und deshalb in dem Stickstoffgehalte eines solchen einen Maassstab für seine Nährkraft zu finden geglaubt; allein abgesehen davon, dass die stickstoffhaltigen Materien allein zur Ernährung keineswegs ausreichen, so kann der Stickstoffgehalt um

so weniger die Nährkraft bestimmen, als einerseits z. B. leimgebende Materien offenbar einen weit geringern Nahrungswerth haben, wie die Proteïnkörper, und als andrerseits gerade bei diesen ausserordentlich viel von dem Grade ihrer Verdaulichkeit abhängt. Man musste daher neben diesen stickstoffhaltigen, der Regeneration der Gewebe dienenden und darum plastisch genannten Nährstoffen auch jene stickstofffreien, digestibeln Stoffe berücksichtigen, die schliesslich vorzugsweise zur Unterhaltung der thierischen Wärme dienen. So evident wir nun auch nach dem sowohl, was wir bereits über den thierischen Stoffwechsel im Allgemeinen erfahren haben, als nach dem, was directe an Thieren angestellte Versuche lehrten, zu der Ueberzeugung gelangt sind, dass auch die Salze in den Nahrungsmitteln nicht fehlen dürfen und deren Nahrungswerth wesentlich bedingen: so erstrecken sich doch die genauern bisher zur Aufstellung des Nahrungswerths verschiedener Nahrungsmittel angestellten Versuche nur auf das relative Verhältniss zwischen plastischen Nährstoffen und stickstofffreien Materien, nämlich Fette und digestible Kohlenhydrate; ja bei Entwerfung entsprechender Reihen musste sogar wegen Mangel an hinlänglich genauen Bestimmungen der Fettgehalt übersehen oder dieser seiner Wärmeerzeugungsfähigkeit nach auf Kohlenhydrat reducirt werden, wie in folgender Tabelle, wo 10 Th. Fett in dieser Beziehung als aequivalent 24 Th. Stärkmehl berechnet sind. Das Gewichtsverhältniss der plastischen zu den stickstofffreien Nährstoffen ist demnach in folgenden Nahrungsmitteln:

oder dem Gehalte an plastischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Stoffen.

	plastische		stickstofffreie	
Kuhmilch	= 10	:	30	= { 8,8 Fett 10,4 Milchzucker
Frauenmilch	= 10	:	40	
Linsen	= 10	:	21	
Pferdebohnen	= 10	:	22	
Erbsen	= 10	:	23	
Schaaffleisch (gemästet)	= 10	:	27	= 11,25 Fett
Schweinefleisch (gemäst.)	= 10	:	30	= 12,5 „
Ochsenfleisch	= 10	:	17	= 7,08 „

	plastische		stickstofffreie
Hasenfleisch	= 10	:	2 = 0,83 Fett
Kalbfleisch	= 10	:	1 = 0,41 ,,
Waizenmehl	= 10	:	46
Hafermehl	= 10	:	50
Roggenmehl	= 10	:	57
Gerste	= 10	:	57
Weisse Kartoffeln	= 10	:	86
Blaue Kartoffeln	= 10	:	115
Reis	= 10	:	123
Buchwaizenmehl	= 10	:	130

Kohlenhydrate können die Fette in einem Nahrungsmittel nur unvollkommen ersetzen.

Eine spätere Ernährungsphysiologie dürfte sich aber nicht mit diesen Daten begnügen; mögen wir auch durch dieselben eine ungefähre Anschauung über den Werth eines Nahrungsmittels als plastischen Stoffs und als Respirationsmaterials erhalten: so wissen wir doch, dass Fette und Kohlenhydrate im Thierkörper noch ganz specifische Functionen auszuführen haben; ja directe Versuche lehren schon, dass die Kohlenhydrate in einem Nahrungsmittel nicht vollkommen die Fette ersetzen können. Wir vermögen daher auch heute noch nicht die Proportion jener vier Nährstoffe in einem Nahrungsmittel anzugeben, welche für die Zwecke des Lebens die günstigste ist; zahlreiche und umständliche Versuche würden hierzu noch nöthig sein. Wir können uns deshalb, um wenigstens ein ungefähres Bild von der Mischung jener vier Körpergruppen zu erlangen, wie es dem Gedeihen des menschlichen Organismus beim Wachsthum am besten zusagt, nur an die Constitution des von der Natur selbst dem Kinde gelieferten Nahrungsmittels, der Frauenmilch, halten; darnach würde die günstigste Proportion zwischen den vier Nährelementen folgende sein: zu 10 Th. plastischen Stoffs gehörten 10 Th. Fett, 20 Th. Zucker und 0,6 Th. Salze.

Günstigste Mischung der Nährstoffe im Nahrungsmittel.

Es liegen uns übrigens mehrfache, wenn auch nicht sehr zahlreiche Versuche vor, aus denen hervorgeht, dass in der Nahrung eines Thiers keiner jener vier Factoren der Ernährung fehlen darf, damit dasselbe am Leben erhalten werde;

so gingen z. B. Turteltauben bei Fütterung mit Proteïnsubstanzen und Zucker unter denselben Erscheinungen zu Grunde, als wenn sie gar keine feste Nahrung erhalten hätten. Ja selbst wenn alle Ernährungsfactoren mit der Nahrung einem Thiere zugeführt werden, der eine aber vor den andern sehr überwiegend ist, geht die Ernährung nur sehr unvollkommen von Statten; so wurden z. B. Kartoffeln und Runkelrüben allein völlig unzureichend gefunden, um eine Kuh zu ernähren.

Dieselbe ist sehr von den innern Zuständen des zu nährenden Organismus abhängig.

Wenn wir aber die **günstigste Mischung der Nährstoffe** zu ermitteln suchen, dürfen wir **nicht** glauben, dass diese **für alle Verhältnisse eine und dieselbe** bleiben werde; die Proportionen der Nährstoffe werden sich im Gegentheil ändern müssen, je nach dem Zustande, in welchem sich der zu nährende Organismus befindet; die Bedürfnisse desselben werden nämlich ebensowenig immer eine und dieselbe Proportion jener Mischung erfordern, als etwa das Bedürfniss nach Nahrung überhaupt sich im Betreff der absoluten Quantitäten gleich bleibt. Schon an der Milch sahen wir, wie mit dem Wachsthum des Kindes sich die Milch der Mutter in bestimmten Portionen ändert. Das Verhältniss der Bestandtheile dieser Nahrungsflüssigkeit, welches dem Neugebornen dargeboten wird, ist ein ganz andres (obwohl für diesen immer dasselbe), als jenes, welches wir in dem dem länger luftathmenden Thiere zufliessenden Safte vorfinden.

Wie verschieden ist ferner die Proportion jener Bestandtheile in der Milch verschiedener Thiere? Hängt dieselbe auch zum Theil von der Art der Nahrung des Mutterthiers ab, so gilt doch auch hier für gleiche Verhältnisse des Säuglings die gleiche Proportion.

Es kann also kein Zweifel mehr darüber obwalten, dass gerade die Proportionen, in welchen die vier Kategorien von Nährstoffen in der Nahrung gemischt sind, den entschiedensten Einfluss auf das Gedeihen des Organismus ausüben und dass für die Stoffmetamorphose gerade das Ineinandergreifen der verschiedenen Ernährungsfactoren das wesentliche ist. So grosse Schwankungen die Natur auch in den Proportionen gestattet, so wirkt ein unverhältnissmässiges Ueberwiegen des

einen oder des andern Factors doch immer nachtheilig auf den gehörigen Ablauf des Ernährungsprocesses; es kann daher auch kein einzelner Abschnitt desselben ohne Concurrenz aller jener Factoren von Statten gehen; so lehren z. B. alle über die Mästung angestellten Versuche, dass zur Fettbildung im Thierkörper die Kohlenhydrate allein nicht ausreichen; damit Fett gebildet werde, müssen Proteïnkörper ebensowohl als Salze mit in die Metamorphose eingreifen; nur durch Wechselwirkung dieser Stoffe ist eine Entstehung von Fett möglich; ja eine geringe Quantität von aussen zugeführten Fetts scheint den Versuchen zufolge selbst zu diesem Processe wo nicht nothwendig, doch förderlich zu sein.

Grösse des Nahrungsbedürfnisses.

Besser, als über die günstigste Proportion in der Mischung der Nährstoffe, sind wir über die absoluten Quantitäten von Nahrung unterrichtet, welche zur Erhaltung des Lebens und zur energischen Vollführung aller Functionen desselben erforderlich sind. Indessen können wir auch im Betreff dieser Frage nicht behaupten, dass sie nach allen Seiten hin eine vollständige Beantwortung in den vorliegenden, zahlreichen Untersuchungen gefunden habe. Um zur Bestimmung der dem thierischen Organismus nöthigen Nahrungsmengen zu gelangen, hat man die Ausscheidungen desselben quantitativ ermittelt und sie mit den Mengen aufgenommener Nahrungsmittel verglichen. Man ging dabei von dem Gesichtspunkte aus, dass das Nahrungsbedürfniss sich nach der Grösse des Verlustes richte: allein so einfach und richtig dieser Gedanke für den ersten Blick erscheint, so viel Schwierigkeiten bieten sich doch seiner Ausführung dar. Die Ausscheidungen hängen nämlich weit mehr von der Menge der aufgenommenen Nahrungsmittel ab, als das Bedürfniss der Nahrungsmittel von der Grösse der Ausscheidungen; denn wir haben sowohl bei Betrachtung der Harnexcretion als der Respiration gesehen, dass weit mehr Nährstoffe aufgenommen werden können, als zur Unterhaltung der thierischen Functionen nöthig sind und dass dann auch die Excrete in einer der Menge der aufgenommenen Nahrungsmittel ziemlich entsprechenden Pro-

portion gebildet werden. Man hat daher sogenannte Inanitionsversuche angestellt, d. h. Thieren alle Nahrung entzogen und deren Excrete im Zustande des Hungerns quantitativ bestimmt. Man gelangt auf diese Weise allerdings zur Erkenntniss der **Minimalquantitäten von Nährstoffen**, deren der Organismus zum Fortbestehen des Lebens bedarf: allein derartige Versuche bieten keine Garantien für die Mengen von Nahrung, welche nothwendig sind, um ein Thier in völligem Wohlbefinden und in vollem Gebrauch seiner nach aussen wirksamen Kräfte zu erhalten. Würde man ein Thier nur mit solchen Quantitäten Nahrung versehen, wie sie den bei Inanitionsversuchen gefundenen Mengen der Excrete entsprechen, so würde dasselbe ein mehr als kümmerliches Dasein haben und nicht zum vollen Gebrauch seiner Kräfte gelangen können.

Bestimmung der Minimalquantitäten der Nahrung.

Würde man dagegen einem Thiere so viel Nahrung gestatten, als demselben zu verzehren beliebt, so würde der schon oben berührte Fall eintreten, dass weit mehr Nahrung aufgenommen, verdaut und resorbirt würde, als zur energischsten Ausführung seiner Functionen nothwendig wäre. Es würde dann eine sogenannte **Luxusconsumtion** stattfinden, vermöge deren ein sehr grosser Theil der resorbirten Nährstoffe entweder unverändert wieder ausgeschieden wird oder wenigstens nicht zur Bildung von Zellen, Fasern und Geweben gelangt. Man würde auf diese Weise höchstens die **Maximalmengen der Nährstoffe** erfahren, die in den allgemeinen Stoffwechsel einzutreten vermögen.

Maximalquantitäten assimilirbarer Nahrung bei Luxusconsumtion.

Die Ermittlung der Maximalquantitäten hat indessen ebensogut ihren Werth, als die der Minimalmengen. Bei diesen Versuchen sind aber zwei Umstände nicht zu übersehen, sobald sie zu brauchbaren Resultaten führen sollen; nämlich erstens darf das solchen Versuchen unterworfene Thier nicht noch im Wachsthum begriffen sein, und zweitens darf nicht jener Zustand eintreten, den man gewöhnlich mit dem Namen der Mästung bezeichnet. In beiden Fällen geht uns durch das Zurückbleiben assimilirten Nahrungsstoffs im Körper jeder Maassstab zur Beurtheilung der Grösse des eigentlichen Stoffwechsels verloren.

Arbeitsconsumtion.

Es versteht sich fast von selbst, dass bei grösserer Energie aller Lebensfunctionen, bei bedeutenden oder anhaltenden Kraftäusserungen eine grössere Consumtion stattfindet als im Zustande der Ruhe oder passiven Hinvegetirens; das Nahrungsbedürfniss mehrt sich also mit der Zunahme der Thätigkeit nach Aussen; wir können diesen Fall den der Arbeitsconsumtion nennen.

Schwierigkeit der Ermittlung bestimmter Zahlenwerthe für das Nahrungsbedürfniss.

Aus dem allen geht soviel hervor, dass das Nahrungsbedürfniss ausserordentlichen Schwankungen unterliegt und dass es gerade deshalb äusserst schwierig ist, bestimmte Zahlenwerthe aufzustellen, welche die Quantitäten der nothwendigen Nahrung bezeichnen sollen.

Solche Versuche, in diesem Sinne nach der statistischen Methode ausgeführt, würden zu weit exacteren und schlussfertigern Resultaten über die Ernährung des thierischen Organismus geführt haben, wenn man zwei andre für die Erkenntniss des Ernährungsprocesses höchst wichtige Momente hätte in nähere Erwägung ziehen können: dies ist nämlich erstens die Kenntniss der Mengen der einzelnen Nährstoffe, welche im Darme zur Resorption gelangen können, und zweitens die der Veränderungen, welche das Blut in Folge des Genusses gewisser Quantitäten verschieden gemischter Nahrung erleidet. Man hat zwar über beide Fragen ebenso mühsame als sorgfältige Versuche angestellt, allein dieselben besitzen doch nicht den Grad der Genauigkeit und Uebereinstimmung, dass sie für Deutung des Ernährungsprocesses genügend verwerthet zu werden vermöchten.

Mengen der einzelnen im Darme zur Resorption gelangenden Nährstoffe.

Nach Versuchen, die man an Enten ausgeführt hat, lässt sich berechnen, dass im Darm eines Thiers die Nährstoffe ungefähr in folgenden Proportionen resorbirt zu werden vermögen:

Proteïnsubstanz	100
Leim	336
Fett	65
Stärkmehl	401
Zucker	429

Aus andern Versuchen (leider an verschiedenen Säugethieren angestellt) lässt sich berechnen, dass 1 Klgrm. Thier innerhalb 1 St. vom Darmcanale aus nur folgende Mengen von Nährstoffen aufzunehmen vermag:

Proteïnsubstanz	0,710	grm.
Fett	0,465	,,
Zucker . . .	4,500	,,

Noch weniger ist man zu bestimmten Zahlenwerthen rücksichtlich des Einflusses der Nahrung auf die chemische Constitution des Blutes gelangt, wie folgende Resultate der hierauf bezüglichen Untersuchungen lehren: nach animalischer Nahrung nimmt das Senkungsvermögen der Blutkörperchen zu, die Farbe des Bluts wird etwas dunkler, die Gerinnung um ein weniges beschleunigt; der Faserstoffgehalt des Blutes wird vermehrt, so wie auch der Gehalt an Phosphaten und Salzen überhaupt. Einfluss der Nahrung auf die Constitution des Bluts.

Fettreiche Nahrung bedingt schon nach einer Stunde Vermehrung des Fetts im Blute; dasselbe vermindert sich aber sehr bald wieder; durch längern Genuss fettreicher Nahrung wird der mittlere Fettgehalt des Blutes nicht vermehrt.

Vegetabilische Kost macht das Blut etwas heller, vermindert das Senkungsvermögen der Körperchen, der Gehalt des Bluts an Faserstoff wird nicht verändert, der an Fett und Salzen, namentlich Phosphaten, etwas verringert.

Nach der letzten Mahlzeit nimmt die Menge der festen Bestandtheile des Bluts bis zur neunten Stunde zu; dann fängt sie an wieder zu sinken.

Wir sind demnach ausser Stande, auf diesem Wege die Umwandlung der Nährstoffe in ihren einzelnen Phasen zu verfolgen, und sind deshalb zur Beurtheilung des quantitativen Stoffwechsels nur auf die folgenden statistischen Untersuchungen angewiesen.

Eine der ersten Fragen, die man nach quantitativen Versuchen über die Einnahmen und Finalausgaben eines Organismus zu beantworten suchte, war die: wie vertheilen sich in den Excretionen die Spaltungsproducte, in welche die Nährstoffe während ihres Dienstes im Wie vertheilen sich die Trümmer der Nährstoffe in den Excretionen.

Körper zerfielen? Eine kurze und allgemein gefasste Beantwortung dieser Frage ist bis jetzt noch nicht möglich geworden, da die hieher gehörigen Versuche an sehr verschiedenen Thieren bei verschiedenen Mengen verschiedenartiger Nahrung und unter andern verschiedenen Verhältnissen ausgeführt worden sind. Wir dürfen daher zur Zeit noch nicht wagen, z. B. für den Menschen, gewisse Zahlenwerthe für die Aufnahme fester und flüssiger Nahrungsmittel und die Vertheilung der Endumwandlungsproducte in den Excreten aufzustellen. Denn je nach der Natur der Nahrung ergeben sich z. B. bei Carnivoren und Herbivoren rücksichtlich der Vertheilung der Elemente in den Excreten sehr erhebliche Differenzen. Ist auch die Ursache solcher Differenzen oft leicht erklärlich, so verhindern sie doch meistens fast jeden Vergleich. Sucht man z. B. die Elemente der Nahrung in den Ausscheidungen wieder auf, so zeigt sich, dass bei Fleischfressern viel mehr von der aufgenommenen Nahrung in den Harn und in die Transspiration übergeht, als bei Pflanzenfressern. Diese Differenz rührt aber nicht etwa von einer wesentlichen Verschiedenheit im Stoffwechsel der Thiere beider Kategorien her, sondern ist davon abzuleiten, dass den Herbivoren eine grosse Menge unverdauliches oder wenigstens den Verdauungssäften nicht zugängliches Material in der Nahrung zugeführt wird, was demnach unverändert in den festen Excrementen wieder erscheint.

Verschiedenheit im quantitativen Stoffwechsel bei Carnivoren und Herbivoren, betreffs der Elemente:

Sehen wir aber von diesem Verhältnisse ab, so stellen sich nach den bis jetzt der Wissenschaft vorliegenden Versuchen doch einige Unterschiede im quantitativen Stoffwechsel bei Herbivoren und Carnivoren heraus. Bei erstern wird nämlich vom Darme aus weit weniger Wasser absorbirt, als bei Fleischfressern. Der Unterschied ist sehr gross; so wird bei Pferden und Kühen nur die Hälfte des in den Darm gebrachten Wassers aufgesogen, bei Hunden und Katzen dagegen $^{17}/_{20}$. Ferner gehen bei Pflanzenfressern nur 15 bis 20 % des absorbirten und aus den Elementen erzeugten Wassers durch die Nieren ab, während bei Fleischfressern ungefähr 80% in den Harn übergehen.

Dass der absorbirte Kohlenstoff bei Herbivoren in weit grösserer Menge als bei Carnivoren durch die Lungen ausgeschieden wird (das Verhältniss des Kohlenstoffs im Harn zu dem der exspirirten Luft ist bei ersteren = 1 : 19, bei letzteren = 1 : 9,5), dürfte nur in der stickstoffhaltigen Nahrung der Carnivoren liegen, da deren Umwandlungsproduct, der Harnstoff, eine Menge Kohlenstoff unoxydirt mit fortführt, während die Kohlenhydrate vollständig zu Kohlensäure und Wasser verbrennen, wovon die erstere fast nur durch die Respiration aus dem Körper entweicht. Besondre Organisationsverhältnisse dürften aber wohl kaum der Grund dieser Erfahrung sein. Kohlenstoff.

Ein ähnliches Verhältniss finden wir bei den Thieren verschiedener diaetetischer Kategorien rücksichtlich des Wasserstoffs; das Verhältniss des durch den Urin ausgeschiedenen Wasserstoffs zu dem durch die Lungen ausgeschiedenen ist bei Pflanzenfressern = 1 : 23,0, bei Fleischfressern = 1 : 3,3. Der Grund dieser Differenz ist derselbe, welcher die Differenz in den Ausscheidungsmengen des Kohlenstoffs bedingt. Wasserstoff.

Auch in Bezug auf die Verhältnisse der Stickstoffausscheidung findet ein auffallender Unterschied je nach der diaetetischen Kategorie der Thiere statt; Pflanzenfresser scheiden von 100 Th. mit den Proteïnkörpern resorbirten Stickstoffs oft gegen 40% durch Respiration und Perspiration aus, Fleischfresser dagegen kaum 1%. Die Ursache dieser Differenz ist nicht ganz klar; man müsste denn annehmen, dass im Organismus der Herbivoren der Oxydationsprocess so ergiebig wäre, dass ein grosser Theil Harnstoff, der bei Carnivoren als solcher durch den Harn ausgeschieden wird, noch zerlegt werde, wofür das gänzliche Fehlen der Harnsäure im Harn pflanzenfressender Säugethiere einigermaassen sprechen würde. Dass die Hautabschuppung oder das Wachsthum und der Abgang der Haare, die viel Stickstoff consumiren, bei Herbivoren stärker als bei Carnivoren sei und deshalb jene eigenthümliche Differenz bedinge, ist man wenigstens andern Erfahrungen nach nicht berechtigt anzunehmen. Stickstoff.

Die Harnstoffmenge, ein unsicheres Maass des thierischen Stoffwechsels.

Wenn man weiter unter zu erwähnenden Versuchen zufolge schliessen zu müssen glaubt, dass bei Fleischfressern sämmtlicher mit der Nahrung aufgenommener Stickstoff durch den Harn unter der Form von Harnstoff ausgeschieden wird: so haben doch andre Versuche (vergl. S. 182) gelehrt, dass hauptsächlich bei kärglicher Fütterung mit Fleisch ein grosser Theil des mit diesem aufgenommenen Stickstoffs nicht als Harnstoff im Harn erscheint. Man darf daher aus der Menge des im Harn enthaltenen Harnstoffs nicht direct auf die Grösse des die stickstoffhaltigen Materien betreffenden Stoffwechsels schliessen.

Elementarausscheidung bei Inanitionsversuchen,

Bei der Inanition d. h. wenn der Stoffwechsel im Organismus seinen Ablauf nimmt ohne Ersatz von aussen, sind die Proportionen der Elemente des Harns zu denen der Perspiration fast genau dieselben, wie bei Ernährung mit fetthaltigem Fleische: aus dem einfachen Grunde, weil der verhungernde Organismus gewissermaassen von seinem eigenen Fleische zehrt.

bei Ableitung der Galle nach aussen.

Ein interessantes Verhältniss der Elementarausscheidung stellt sich heraus, wenn die Galle, anstatt sich in den Darm zu ergiessen (durch eine Gallenblasenfistel), nach aussen abgeleitet wird. Mag die Menge aufgenommener animalischer Nahrung so bedeutend oder so gering sein als sie wolle, so werden doch constant 10 bis 12% vom resorbirten Kohlenstoff und 11 bis 13% vom aufgenommenen Wasserstoff durch die Galle ausgeschieden; durch den Harn werden aber Kohlenstoff und Wasserstoff in derselben Proportion ausgeschieden, wie wenn die Galle in den Darm ergossen und daselbst resorbirt wird; der durch die Gallenableitung entstehende Verlust an Kohlenstoff und Wasserstoff fehlt lediglich den Producten der Respiration, also ein Beweis, dass die abgesonderte Galle nach ihrer Wiederaufsaugung im Darme lediglich dem Respirationsprocesse anheimfällt. Vom aufgenommenen Stickstoff gehen nur 3,0 bis 3,2% in die Galle über und diese vermisst man bei Ableitung der Galle nach aussen nur im Harne.

Stoffumsatz bei Fleischfressern nach Aufnahme des Nahrungsminimums und

Nach Versuchen an Katzen hat sich herausgestellt, dass das Nahrungsminimum für Fleischfresser in 24

Stunden ungefähr $1/_{23}$ und der zu dessen Consumtion nöthige Sauerstoff ungefähr $1/_{55}$ des Körpergewichts beträgt. Beim Hungern dagegen verliert der Körper der Fleischfresser (zwischen dem dritten und neunten Tage der Inanition) in 24 Stunden nur etwa $1/_{46}$ seines Gewichts. Manche Fleischfresser (z. B. die Katzen) vermögen jedoch soviel animalische Nahrung in ihren Stoffwechsel aufzunehmen, dass diese $1/_{9}$ und der dazu nöthige Sauerstoff $1/_{24}$ ihres Körpergewichts beträgt. Diese Zahlen sind jedoch nur als ungefähre Normen zu betrachten, da in andern Versuchen sich andre von diesen sich ziemlich entfernende Verhältnisse herausgestellt haben.

Vergleicht man die Excretionsproducte bei kärglicher und bei reichlicher Fleischfütterung, so zeigt sich zunächst, dass die Mengen der Ausscheidungen so ziemlich in geradem Verhältnisse zu der Menge der aufgenommenen Nahrung stehen, dass also die Vermehrung oder Verminderung der animalischen Nahrung ohne Einfluss ist auf die Proportionen zwischen der einzelnen Excretion oder auf deren Qualität; in allen Fällen verhält sich der bei der Respiration absorbirte Sauerstoff zu dem in der Kohlensäure exspirirten = 100:79,3.

Bei Mehraufnahme von animalischer Nahrung ändert sich aber das Verhältniss zwischen exspirirter Kohlensäure und exspirirtem Wasser; bei kärglicher Fleischnahrung wird nämlich im Verhältniss zur Kohlensäure mehr Wasser exspirirt als bei reichlicher Fleischnahrung; im letztern Falle geht relativ mehr Wasser durch Nieren und Faeces ab; bei kärglicher Fleischnahrung und gänzlicher Entziehung des Trinkwassers ändert sich die Proportion zwischen exspirirter Kohlensäure und exspirirtem Wasser dahin, dass hier relativ zur Kohlensäure weit mehr durch die Haut und Lungen fortgeht. des Nahrungsmaximums.

Folgende tabellarische Anordnung der aus directen Beobachtungen entlehnten Zahlen lässt die hier angedeuteten Verhältnisse wohl am besten übersehen:

I. betrifft den Stoffumsatz bei Aufnahme des Nahrungsminimums und beliebiger Wasseraufnahme;

II. Möglichste Nahrungssteigerung mit ungehinderter Wasseraufnahme;

III. Normale Fleischfütterung ohne Wasseraufnahme.

Einnahme und Ausgaben.	I.	II.	III.
Fleisch (als trocken berechnet)	100,0	100,0	100,0
Absorbirter Sauerstoff	167,0	166,0	167,3
Fester Rückstand des Harns	31,3	30,4	30,6
„ „ der Faeces	1,7	2,5	1,7
Exspirirte Kohlensäure	182,0	181,4	182,6
Exspirirtes Wassergas	137,6	76,4	152,6

Spaltungsproducte der Fleischnahrung im Thierkörper.

Unter diesen verschiedenen Verhältnissen unterliegt also das genossene Fleisch im Organismus einem und demselben Verbrennungsprocesse, gleich einer Elementaranalyse, d. h. 1 Th. trockne Fleischsubstanz wird in dem einen wie im andern Falle unter Mitwirkung von 1,67 Th. Sauerstoff in 0,31 Th. Harnsubstanzen, 0,02 Th. Faecalmaterie und 1,82 Th. Kohlensäure zerlegt.

Da das zu solchen Versuchen verwendete, magere Fleisch 19,56% albuminöse und leimgebende Substanz, 4,74% Fett, 1,00% unorganische Stoffe und 74,70% Wasser enthält, im festen Harnrückstande nach Genuss solchen Fleisches durchschnittlich 85,5% Harnstoff und 14,5% Salze (worin 2,3% Schwefelsäure), in den trocknen festen Excrementen aber ungefähr 63% Gallenresiduen enthalten sind; so ergiebt sich folgende Bilanz für 1000 grm. eines Carnivoren, wenn wir annehmen, dass derselbe in 24 Stunden 50 grm. mageres Fleisch consumire.

1000 grm. Thier consumiren binnen 24 Stunden	Wasser	Album. u. leimgeb. Substanz.	Fett	Salze
50,000 grm. Fleisch 21,125 grm. Sauerstoff 71,125 grm. in Summa.	37,350	9,780	2,370	0,510

1000 grm. Thier excerniren binnen 24 Stunden	Wasser	Kohlensäure	Harnstoff	Salze	Darmexcr.	Galle
39,468 grm. Perspiration	16,445	23,023				
30,761 grm. Harn	26,839		3,53	0,569		
0,806 grm. Faeces	0,681			0,041	0,039	0,135
71,125 grm. in Summa.	43,965			0,610		

Dass das Plus von Wasser = 6,615 grm. in den Ausgaben dem durch die Respiration gebildeten Wasser entspricht, bedarf kaum der Erwähnung; die Zunahme der Salze um 0,100 grm. hat ihren Grund in der Oxydation des Schwefels der Albuminate.

In den Harn nicht übergehender Stickstoff.

Diesen Versuchen nach wird aller Stickstoff der Nahrung unter der Form von Harnstoff ausgeschieden, was jedoch oben erwähnten Versuchen nach nicht ganz richtig ist, indem sich in letzteren immer ein Deficit herausstellte. Wir wissen nicht, wo dieser im Harn nicht als Harnstoff erscheinende Stickstoff hinkommt. Wir sind daher auf reine Aufzählung der dieses Deficit betreffenden Thatsachen beschränkt: relativ und absolut am grössten (²/₃ des aufgenommenen Stickstoffs) war dieses Deficit bei ungenügender Fleischnahrung; geringer (¹/₃ des aufgenommenen Stickstoffs) bei gerade ausreichender Fleischnahrung; bei sehr reichlicher Fleischkost war es relativ und absolut verringert. Wurde neben Fleisch gleichzeitig Fett verzehrt, so war jenes Deficit weit geringer, so dass dann in der That fast aller Stickstoff als Harnstoff im Harn erschien. Verringert wird dieses Deficit endlich auch durch reichlichen Wassergenuss (verg. oben S. 181).

Einfluss stickstofffreier Nahrung auf den Stoffwechsel stickstoffhaltiger Körperbestandtheile.

Die Metamorphose der stickstoffhaltigen Materien im Thierkörper wird übrigens durch den gleichzeitigen Genuss von stickstofffreien Nahrungsmitteln wesentlich modificirt. Der Fettgenuss beschränkt z. B. unter allen Umständen den Umsatz stickstoffhaltiger Materien des Körpers; so wird z. B. bei völligem Hungern mehr Harnstoff ausgeschieden, als wenn nur stickstofffreie Nahrung ge-

nossen wird. Gewöhnlich wird bei Genuss fettreicher Fleischnahrung weit weniger Harnstoff ausgeschieden als der Menge der aufgenommenen Proteïnkörper entspricht: allein zuweilen wird auch etwas mehr Harnstoff ausgeschieden als bei reiner Fleischkost, weil nämlich durch das Fett jenes Deficit von Stickstoff vermindert wird. Hauptsächlich können aber die Mengen ausgeschiedenen Harnstoffs allein deshalb nicht als Maassstab für die Metamorphosen des aufgenommenen stickstoffhaltigen Materials dienen, weil selbst bei ausgewachsenen und alten Thieren sich bald mehr bald weniger stickstoffhaltiges Material als Gewebe ablagert und so im Körper zurückbleibt. Denn man darf übrigens nicht vergessen, dass bei überschüssiger Fettnahrung oft stickstoffhaltiges Material zur Bildung von Fettzellen und dagegen bei überschüssiger Fleischnahrung das in den Körper eingeführte oder dort gebildete Fett zum Ansatz stickstoffhaltiger Gewebstheile verwendet wird.

Schwierigkeit des Urtheils über die Grösse des Stoffwechsels. Solche Rücksichten sind es, welche ein richtiges Urtheil über die Grösse des Stoffwechsels selbst nach den exactesten statistischen Versuchen erwähnter Art ausserordentlich erschweren. Darum müssen auch eine Menge der wichtigsten den thierischen Stoffwechsel betreffenden Fragen durchaus noch unbeantwortet bleiben und für weitere Forschungen offen gelassen werden; so ist z. B. die so einfache Frage, ob alle in der Nahrung aufgenommenen Proteïnkörper erst in Gewebsstoffe umgewandelt werden müssen, ehe sie Harnstoff bilden, oder ob sie unmittelbar im Blute zu Harnstoff, Kohlensäure und Wasser zerlegt werden können, durchaus noch nicht mit Entschiedenheit zu beantworten. Die positiven Ergebnisse der bisherigen Versuche lassen so vielfache Deutungen zu, dass man selbst durch logische Finessen nicht einmal zu einem Grade von relativer Wahrheit gelangen kann.

Allgemeine Resultate der Inanitionsversuche. Die Erfahrungen, welche man an Thieren, denen alle feste Nahrung entzogen wurde, gemacht hat, können nur zur Bestätigung mehrerer der oben ausgesprochenen

Sätze dienen. Die Resultate der besten und genauesten solcher Versuche sind folgende: Der Gesammtgewichtsverlust, welchen ein verhungerndes Thier bis zu seinem Tode erleidet, ist je nach der Thiergattung verschieden; die Thiere verenden, wenn sie 31 bis 52% von ihrem Körpergewichte verloren haben. Fleischfressende Säugethiere (z. B. Katzen) verlieren, ehe sie zu Grunde gehen, 51,7% ihres Körpergewichts; da sie etwa noch 18 Tage nach Entziehung aller Nahrung leben können, so kommt auf den täglichen Verlust an Körpergewicht = 2,87%. Andere Thiere verlieren beim Verhungern durchschnittlich in 24 Stunden 4,2% an Körpergewicht; also geht innerhalb eines solchen Zeitraumes $\frac{1}{24}$ der Masse des Körpers verloren, was mit den oben angeführten Resultaten der Versuche mit gerade zureichender Fütterung ziemlich übereinstimmt. Vom ersten bis zum achten Tage sinkt (bei Katzen) das Körpergewicht ziemlich stetig, entsprechend der exspirirten Kohlensäuremenge; später fällt die Kohlensäureexcretion weniger als das Körpergewicht, nur an den zwei letzten Lebenstagen sinkt die Kohlenstoffausscheidung erheblicher dem Körpergewichtsverluste gegenüber.

Körpergewichtsverlust.

Kohlensäureexcretion.

Die Nierensecretion verringert sich dem Gewichtsverluste des Thiers gegenüber sehr erheblich, bleibt aber dann bis zum 16 Tage jenem fast genau proportional und sinkt gleich der Kohlensäureexcretion die zwei letzten Lebenstage bedeutend. Der Harn wird reicher an Phosphorsäure und Schwefelsäure, so wie auch an Extractivstoffen, die Chlorverbindungen verschwinden schon nach den ersten Tagen aus dem Harn. Das Verhältniss zwischen Phosphorsäure und Schwefelsäure bleibt übrigens während der ganzen Inanitionsdauer constant.

Nierensecretion.

Da die der Inanition unterworfenen Fleischfresser (Katzen) in je 24 Stunden 2,16% ihres Körpergewichts Kohlensäure und 1,6% Wassergas perspiriren und 0,20% Harnstoff, 0,008% Schwefelsäure, 0,011% Phosphorsäure, 0,029% unorganische Harnbestandtheile, ferner 0,080% trockne Faeces

Zahlenwerthe.

(worin 0,020% Gallenresiduen) und 2,24% tropfbarflüssiges Wasser durch Nieren und Rectum ausscheiden: so lässt sich berechnen, dass durchschnittlich in genanntem Zeitraume an Muskelsubstanz = 0,611% und an Fett = 0,422% vom Körpergewichte der Zersetzung während der Inanition anheimfallen.

Gewichtsverlust einzelner Organe bei der Inanition.

Aus den Bestimmungen des **Gewichtsverlusts, welchen jedes einzelne Organ während des Verhungerns erleidet**, geht hervor, dass der gesammte Verlust des Körpers hauptsächlich durch Zugrundegehen des Muskelgewebes, des Blutes und des Fettes bedingt wird. Nach besondern Berechnungen kommt von der Verminderung des Körpergewichts die Hälfte auf das Muskelgewebe, 1/4 auf das Fett und 1/4 auf alle übrigen Organe. So fand man z. B., dass bei den Katzen während einer 18tägigen Inanitionsdauer das Blut 93,7% seines ursprünglichen Gewichts, das Fettgewebe 80,7% und die Muskeln 66,9% eingebüsst hatten.

Stoffwechsel beim Verdursten.

Die Beobachtungen an **Thieren, welchen alle flüssige Nahrung entzogen wurde**, haben bis jetzt zu folgenden Resultaten geführt: die Thiere nehmen immer weniger feste Nahrung zu sich, daher die Excretionen sich auch erheblich vermindern. Während einer 12tägigen Verdurstungsperiode entleerte ein Hund am ersten Tage noch 60 grm. Harn, am siebenten Tage 24 grm. und am zwölften nur 7 grm.; die Haut schilfert sich ab, die Haare (bei Vögeln die Federn) fallen aus; die Excremente werden zäh oder hart. Die Menge der Ausgaben übersteigt bei weitem die der Einnahmen, daher die erhebliche Verminderung des Körpergewichts; Tauben verloren während der Entziehung des Wassers täglich 3,7% ihres Körpergewichts und nach 12- bis 13tägigem Dursten 4,6% desselben. Der grösste Theil der Abnahme des Körpergewichts fiel auch hier auf die Muskeln, die Haut und das Fett, während Gehirn, Augen und Milz keine wesentlichen Veränderungen darboten.

Stoffwechsel bei der Entwicklung, dem Wachsthum und dem Feistwerden des Organismus.

Eine der wichtigsten Fragen, die Ernährungsverhältnisse des thierischen Organismus betreffend, bezieht sich auf die

Ermittlung der Verhältnisse der Nahrung zum Stoffwechsel, wenn damit zugleich eine Vermehrung des Körpergewichts verbunden ist, also beim Wachsthum oder bei jenen Arten von Körpergewichtszunahmen, die man mit dem Namen des Fett- oder Feistwerdens belegt hat. Leider sehen wir der Beantwortung dieser Frage erst noch entgegen. Es liegen zwar bereits einige Versuchsreihen vor, welche sich mit diesem Gegenstande beschäftigen: allein sie sind allzu unzureichend, als dass sie schon wegen der fortwährenden Schwankungen, welchen das Körpergewicht selbst unter ganz normalen Verhältnissen, d. h. der Ansatz und das Zugrundegehen von Gewebstheilen, unterliegen, bereits zu allgemeineren Schlussfolgerungen berechtigten. Selbst die Versuche über den Stoffwechsel im Ei während der Bebrütung sind noch zu spärlich oder zu wenig exact, als dass sie den Versuch, allgemeinere Schlüsse aus ihnen zu ziehen, rechtfertigten. Nur soviel sei hier noch erwähnt, dass einigen Versuchsreihen zufolge gewisse mit den Nahrungsmitteln in den Körper gebrachte Substanzen den Umsatz stickstoffhaltiger Materien verringern und daher möglicher Weise Anlass zu einem reichlichern Ansatz stickstoffhaltiger Gewebsmaterien geben, während andere, wie Chlornatrium oder reichlicher Genuss von Wasser, den Umsatz zu beschleunigen und den Ansatz zu beeinträchtigen scheinen.

Substanzen, welche die Energie des Stoffwechsels modificiren.

Wenn die Lehre vom Ernährungsprocesse gerade die Spitze oder das Endziel aller physiologisch-chemischen Forschungen ist, so darf es uns nicht wundern, dass gerade dieses Capitel verhältnissmässig am wenigsten wissenschaftliche Ausbeute gegeben hat; denn alle bisherigen chemisch-physiologischen Untersuchungen gingen ja nur darauf hinaus, erst feste Unterlagen zu gewinnen, um diesen Process im Grossen und Allgemeinen erforschen und überschauen zu können. Wir sind aber in der Lehre von der Ernährung noch so weit zurück, dass wir uns begnügen mussten, um die Bilanzen zwischen Einnahmen und Ausgaben zu erforschen, nur wenigstens die Umrisse für ein Bild des Gesammtstoffwechsels zu

gewinnen. Von der Zukunft müssen wir erst erwarten, dass der innere Austausch der Elemente beim Ernährungsprocesse, dass die einzelnen Glieder und Stadien desselben, dass der sogenannte intermediäre Stoffwechsel erforscht werde, um zu einer wissenschaftlich exacten Auffassung der chemischen Erscheinungen des Lebens zu gelangen.

REGISTER.

A.

Abkömmlinge *der Proteïnkörper* 72. 82.
Absorption, s. Verdauung 259.
Absorptionsgesetze f. Gase, gültig für die *Respiration* 294.
Acetamid 23.
Aceton, vergl. Cetone 22.
Acrylsäure 33.
Adipinsäure 33.
Adipocire, s. Fettwachs 219.
Aethal 58.
Aethalreihe 58.
Aethalsäure 58.
Aethere 56.
Albumen der Eier, s. Eiflüssigkeiten 145.
Albumin 73. 75.
  Aufsaugung im Darme 271.
  Bedeutung für den Stoffwechsel 243.
  Coagulation 74. 75.
  Constitution, *theoretische* (unbekannt) 69.
  Eigenschaften 70. 75.
  Transsudationsverhältnis 134.
  Umwandlungsproducte 70.
  Ursprung 76.
  Verdaulichkeit, s. Verdauung 274.
  Verhalten, physiologisches 76. 243.
  Vorkommen 76.
    im Blut 118.
    im Chylus 130.
    im Darme 167.
    in den Eiflüssigkeiten 144.
    im Eiter 232.
    in den Excrementen 174.
    in der Galle 158.
    im Harn 190.
    in der Lymphe 132.
    in der Milch 140.
    im Muskelsaft 216. 219.
    im Schleim 147.
    im Speichel 150.
    in den Transsudaten 134.
  Werth, physiologischer 77. 243.
Albuminate, s. histogenetische Stoffe 69.
Albuminurie 190.
Aldehyde 22.
  der Benzoësäuregruppe 35.
  der Buttersäuregruppe 22.
Alkali, Wirkung desselben im Blute, s. Stoffwechel 255.
Alkalien,
  kohlensaure 90.
    im Blute 120.
    in den Eiflüssigkeiten 144.
    in der Galle 157.
    im Harn 144.
    in der Lymphe 132.
    in der Milch 139.
    in den Transsudaten 136.
  milchsaure,
    im Chylus 130.
    in der Lymphe 132.
    in den Transsudaten 136.
  phosphorsaure 90.
    Ursprung 91.
    Vorkommen 90.
      im Blute 101. 111.
      im Chylus 130.
      in den Eiflüssigkeiten 144.
      im Harn 186.
      in der Lymphe 132.
      in der Milch 139.
      im Speichel 150.

schwefelsaure 92.
im Blute 120.
im Harn 185.
in den Knochen der Fische und Reptilien 203. 204. 205.
in der Lymphe 132.
Alkaloïde, flüchtige 43.
Alkohole 56.
Allantoïn 47. 49.
Ambrin 60. 61.
Ameisensäure 21. 25.
im Blute bei Leuchaemie 128.
im Harn 184.
im Muskelsafte 219.
im Schweisse 177.
Amide
der Benzoësäuregruppe 23.
der Buttersäuregruppe 36.
Ammoniakbasen 42.
Ammoniaksalze 93.
im Blute 121.
im Harn 180. 190.
in der Lungenexhalation 93.
in der Lymphe 132.
im Magensafte 154.
im Schweisse 177.
in den Transsudaten 137.
Amniosflüssigkeit, s. Transsudate 133.
Anaemie,
Blut 125. 128.
Harn 194.
Anilin 44.
Anissäure 35.
Arsen 92.
Arthritis,
Blut 129.
Gichtknoten 55.
Aschenanalysen 85.
Athmung, s. Respiration 276.
Aufsaugung, s. Verdauung 259.
Augenflüssigkeiten, s. Transsudate 133.

B.

Baldriansäure 21.
Basen,
stickstofffreie 56.
stickstoffhaltige 42.
Bauchspeichel, s. Pankreatischer Saft 163.
Benzoësäure 35. 36. als Hippursäure wiedererscheinend
im Harn 188.
im Schweisse 177.
Benzoësäuregruppe 35.
Benzoglycinsäure 40.
Benzoylwasserstoff 35.
Bernsteinsäure 33.
Bernsteinsäuregruppe 33.
Bezoare, s. Darmconcremente 174.
Bibergeil 175.
Bilifulvin 68.
Bilin, s. Taurocholsäure 50. 52.
Biliverdin 67.
Bindegewebe 209.
Chemisches Verhalten 210.
Embryonales Bindegewebe, s. Schleimgewebe 210.
Histologische Beschaffenheit 209.
Blasenoxyd, s. Cystin 49.
Blut 98.
Alkali im Blute 255.
Einwirkung desselben auf die Fette 255.
Kohlenhydrate 255.
Proteïnkörper 256.
Säuren, organische 255.
Analyse 121.
Bestimmung der trocknen Blutkörperchen 121.
— der feuchten 123.
— der übrigen Bestandtheile 124.
Bestandtheile, chemische 101. 117.
—, *mechanisch trennbare* 99. 108.
—, *morphotische* 100.
Blutflüssigkeit 101.
Blutkörperchen, farblose 100. 113.
—, *rothe* 100.
Bestandtheile, chemische 101. 109.
Eisen 111.
Fette 110.
Gase 111.
Haematin 110.
Haematokrystallin 110.
Hüllenmembranbestandtheile 108.
Mineralbestandtheile 111.
Dichtigkeit 102.
Eigenschaften, physikalische 102.
Gasgehalt 111.
Art des Gebundenseins der Gase 112.
Mengenverhältnisse 112.
Gestalt und deren Veränderungen 104.
Gewicht, specifisches 102.
Menge derselben 109. 124.

Senkungsvermögen 102.
abhängig theils vom specifischen Gewichte 102.
theils von der Fähigkeit, sich rollenförmig aufzureihen 103.
Verschiedenheiten des Senkungsvermögens in verschiedenen Blutarten 104.
Verhältniss zur Intercellularflüssigkeit 109.
Zählung derselben 109. 124.
Zusammensetzung, quantitative 101.
Blutkuchen 113.
Blutserum 101. 117.
Bestandtheile 117.
Albumin 118.
Alkalisalze 120.
Ameisensäure 120.
Ammoniak, kohlensaur. 121.
Caseïn 119.
Essigsäure 120.
Farbstoff 120.
Fette 119.
Gallenfarbstoff 120.
Gallensäuren 120.
Glutin 120.
Harnsäure 120.
Harnstoff 119.
Hippursäure 120.
Hypoxanthin 120.
Kieselsäure 121.
Kreatin und Kreatinin 120.
Salze 120.
Suspendirte Theile 117.
Wasser 117.
Zucker 118.
Constitution des Bluts in verschiedenen Verhältnissen 125.
Alter 125.
Gefässe, verschiedene 126.
Geschlecht 118. 125.
Hungern und Blutverlust 125.
Krankheiten 127.
Anaemie 125. 128. Arthritis 129. Bright'sche Krankheit 128. Carcinom 128. Chlorose 127. Cholera 128. Dysenterie 128. Entzündungen 127. Exantheme 127. Fieber, gelbes 128. Leuchaemie 128. Plethora 127. Pyaemie 128. Rheumatismus, Skorbut, Tuberculose 129. Typhus, Uraemie 128.
Schwangerschaft 125.
Thiere verschiedener Classen 126.
Verdauung 125. 305.
Dichroïsmus d. venösen Bluts 107.
Eigenschaften des Blutes 98.
Entzündungscruste 116.
Färbung des Gesammtblutes, abhängig
von der Gestalt der Blutkörperchen 104.
von der Dichtheit der Hüllenmembranen derselb. 105.
von beigemengten Molecülen 106.
von chemischen Verhältnissen 106.
Faserstoff 113.
Menge desselben im Blute 101. 117.
Faserstoffschollen 113.
Gerinnung 99. 113.
Einflüsse auf die Gerinnungsdauer 114.
— — Consistenz des Kuchens 115.
— — Form desselben 116.
Geruch 120.
Gewicht, specifisches 99.
Intercellularflüssigkeit 100. 113.
Quantitative Zusammensetzung 101.
Nahrung, Einfluss derselben auf die Constitution des Bluts 305.
Speckhaut 116.
Wärmecapacität 99.
Zusammensetzung, quantitative 101.
Brenzölsäure 33.
Butterfett, s. Milch 139.
Buttersäure 21. 25.
im Harn 190.
im Schweisse 177.
Butylamin 44.
Butyral 22.
Butyron 22.

C.

Caprinsäure 21. 26.
Capronsäure 21. 26.
Caprylsäure 21. 26.
Carbolsäure, s. Phenyloxydhydrat 59.

Caseïn 73. 79.
Eigenschaften 79.
Vorkommen 80.
in der Allantoïs 133.
im Blute 119.
im Dotter 144.
im Harn 189.
in der Milch 139.
im Muskelsafte 216.
im Safte des elastischen Gewebes, der Thymusdrüse u. des Zellgewebes 80.
Werth, physiologischer 80.
Castoreum 175.
Castorin 60. 61. 175.
Cellulose 65.
Verdaubarkeit derselben (Biber) 270.
Cerebrin,
im Dotter 145.
im Nervengewebe 225.
Cerotin 58.
Cerotinsäure 21.
Cerotyloxyd 58.
Cetinsäure 21. 27.
Cetone 22.
Cetyloxyd 58.
Cetylsäure 58.
Chemie, physiologische,
Begriff derselben 1.
Eintheilung derselben 2.
—, pathologische,
Verhältniss zur physiologischen 1.
Chitin 82. 84.
Chlorammonium (im Magensafte) 154.
Chlorcalcium (im Magensafte) 154.
Chlorkalium,
im Blutserum 120.
im Chylus 130.
im Harn 185.
im Speichel 150.
Chlormagnesium (im Magensafte) 154.
Chlornatrium 89.
Bedeutung f. d. Stoffwechsel 256.
Vorkommen 89.
im Blute 120.
im Chylus 130.
in den Exsudaten 232.
in den Eiflüssigkeiten 144.
in der Galle 157.
im Harn 185.
in der Lymphe 132.
im Magensafte 154.
in der Milch 139.
im Muskelsafte 216.
im pankreatischen Safte 164.
im Schleim 147.
im Schweisse 176.
im Speichel 150.
in den Transsudaten 137.
Werth, physiologischer 90. 256.
Chlornatriumharnstoff 257.
Chlornatriumkrümelzucker 257.
Chlorose,
Blut 127.
Respiration 290.
Chlorwasserstoffsäure 89. 154.
Cholepyrrhin 67.
Cholepyrrhinkalk, s. Gallenconcremente 159.
Cholera,
Blut 128.
Erbrochenes 171.
Excremente 174.
Galle 159.
Respiration 290.
Transsudate 133.
Cholesterin 60.
Vorkommen 60.
im Blute 119.
in der Galle 157.
in Gallenconcrementen 159.
im Nervengewebe (Hirn) 225.
Choloïdinsäure 40.
Cholsäure 40.
Bildung 41.
Vorkommen 41.
Chondrin 83.
in der Intercellularsubstanz des Knorpels 208.
Chylus 129.
Bestandtheile, chemische 130.
—, *morphotische* 129.
Eigenschaften 129.
Gewinnungsweise 129.
Mengenverhältnisse 131.
Nahrungseinfluss 130.
Cinnamylwasserstoff 35.
Cocinsäure 21. 27.
Colla, s. Glutin 82.
Colostrum, s. Milch 139.
Concremente,
des Darms 174.
der Galle 159.
des Harns 195.
des Speichels 150.
Contractile Faserzellen, s. Faserzellen, contractile 215.

Copaïvasäure 35.
Copalsäure 35.
Copula, s. Paarung 16.
Cumarin 35.
Cumarinsäure 35.
Cumin 35.
Cuminsäure 35.
Cysticoxyd, s. Cystin 49.
Cystin 45. 49.
im Harn 181.
in Harnconcrementen 196.
Cytoïde Körperchen 229.

D.

Damalursäure 33. 34.
Damolsäure 33. 34.
Darmconcremente 174.
Darminhalt 166.
Bestandtheile, lösliche 167.
—, *unlösliche* 168.
Concremente 174.
Constitution, allgemeine 166.
Erbrochenes, s. dieses 170.
foetaler 169.
Gase 169.
Reaction 166.
. Ursachen derselben 167.
Sarcina 171.
Darmsaft 165.
Absonderungsgrösse 165.
Bestandtheile 165.
Eigenschaften 165.
Function 166.
Gewinnungsweise 165.
Degeneration, fettige 29. 249.
Desoxydationsprocess, *ersichtlich an zufälligen Harnbestandtheilen* 188.
Dextrin,
Aufsaugungsverhältnisse 269.
Bedeutung für den Stoffwechsel 250.
Diabetes 63.
Blut 118.
Erbrochenes 172.
Excremente 174.
Galle 159.
Harn 63. 189.
Respiration 290.
Diastase, s. Speichel 152.
Diffusionsströme,
zwischen den Gasen des Blutes und den Luftwegen 290.
zwischen Blut und parenchymatösen Säften 253.
Döglingoxyd 58.
Döglingsäure 33.
Dotterflüssigkeit, s. Eiflüssigkeiten 143.
Dumbbells 24.
Dysenterie,
Blut 128.
Excremente 174.
Dyslysin 41.

E.

Eiflüssigkeiten 143.
Dotterflüssigkeit 143.
Bestandtheile, chemische 144.
—, morphotische 144.
Eigenschaften 143.
Eiweiss (Albumen) 145.
Eisen 91.
Vorkommen 91.
im Blute 111.
in der Galle 158.
in den Haaren 214.
im Harn 186.
im Haematin 66.
im Magensaft 154.
im Melanin 68.
im Schweiss 177.
Werth, physiologischer 91.
Eiter, s. Exsudate 229.
Eiweiss, s. *Albumen* unter Eiflüssigkeiten 145. und *Albumin* 75.
Elaïn 28.
Elaïnsäure, s. Oelsäure 34.
Elastisches Gewebe 210.
Chemisches Verhalten 211.
Histologische Beschaffenheit 210.
Stoff desselben 82. 83.
Vorkommen 210.
Ellagsäure (in Darmsteinen) 175.
Emulsin, s. Verdauung 271.
Entartung, fettige 29. 249.
Entomaderm, s. Chitin 84.
Entzündungscruste, s. Speckhaut 116.
Entzündungskugeln, siehe Schleim 147.
Entzündungsprocess,
Blut 127.
Harn 194.
Respiration 290.
Epidermis, s. Horngewebe 211.
Erbrochenes 170.
ammoniakhaltiges 171.
blutiges 171.

fetthaltiges 172.
galliges 171.
harnstoffhaltiges 171.
reisswasserähnliches 171.
salzhaltiges 171.
Sarcina enthaltendes 171.
wässriges 171.
zuckerhaltiges 172.
Ernährung 297.
Ausgaben des Organismus 305.
an Kohlenstoff 307.
an Stickstoff 307.
an Wasserstoff 307.
bei Ableitung der Galle nach Aussen 308.
bei Inanitionsversuchen 308.
Unterschied bei Fleisch- und Pflanzenfressern 306.
Blut nach Nahrungsaufnahme 305.
Fleischnahrung, *Spaltungsproducte* 310.
—, *Stoffwechsel*,
bei Aufnahme der Nahrungsmaxima 309.
— — der Nahrungsminima 308.
Inanitionsversuche,
Allgemeine Resultate 312.
Elementarausscheidung 308.
Körpergewichtsverlust 313.
Kohlensäureexcretion 313.
Nierensecretion 313.
Organgewichtsverlust 314.
Nahrhaftigkeit der Nahrungsmittel 298.
Nahrungsbedürfniss, Grösse desselben 302. 304.
Nahrungsmittel 297.
Mischung, günstigste, qualitative 300.
— —, quantitative 302.
abhängig von d. Grösse des Nahrungsbedürfnisses 302.
von innern Zuständen des Organismus 301.
Arbeitsconsumtion 304.
Luxusconsumtion 303.
Maximalquantitäten 303.
Minimalquantitäten 302.
Nährwerth der Nahrungsmittel,
abhängig vom Gehalte an plastischen Stoffen 299.
an stickstofflosen Stoffen 299.
Resorptionsgrösse im Darm 304.
Stoffwechsel,
Einfluss gewisser Substanzen auf denselben 315.
— stickstofffreier Nahrung auf den Stoffwechsel in stickstoffhaltigen Geweben 311.
Grösse desselben, schwer zu beurtheilen 312.
Harnstoff, kein sichres Maass desselben 308.
In den Harn nicht übergehender Stickstoff 311.
— *beim Dursten* 314.
— *bei der Entwicklung* 314.
— *beim Müsten* 303. 314.
— *beim Wachsthum* 301. 303. 314.
Erucasäure 33.
Essigsäure 21. 25.
im leuchaemischen Blute 128.
im Muskelsafte 219.
im Schweisse 177.
Excremente, feste 172.
Ausscheidungsgrösse 172.
blutführende 174.
eiweisshaltige 174.
epitheliumreiche 174.
fetthaltige 174.
fibrinführende 174.
foetale 170.
gelbe der Säuglinge 173.
schleimführende 174.
tripelphosphathaltige 172.
zuckerführende 174.
Exsudate 226.
Charakteristik, allgemeine 226.
Cytoïde Körperchen 229.
Eitrige, s. Umwandlungsformen der Exsudate 229.
Plasticität der Exsudate 227.
Ursachen derselben 228.
Umwandlungsformen 229.
Eiter 229.
Bestandtheile, chemische normale 232.
—, — abnorme (Caseïn, Pyin, Schleimstoff) 232.
—, morphotische 229.
—, zufällige 231.
Eiterkörperchen 229
Eiterserum 231.
Mikrochemische Reactionen 230.
Quantitative Vehältnisse 232.
Zersetzungsformen 230.
Alkalische Gährung 230.
Saure Gährung 230.

chied von Transsudaten 227.
tivstoffe,
te 111.
n 184.
Transsudaten 135.

F.

ilze (im Harn) 180.
s. Excremente 172.
ffe,
tkörperchen, s. Haematin 66. 110.
tserums 120.
roïdea, s. Melanin 68.
lle, s. Gallenfarbstoff 67. 157.
ns, s. Harnfarbstoff 69. 185.
off, s. Fibrin 77.
offschollen, s. Blut 113.
llen, contractile 215.
risches Verhalten 215.
tialflüssigkeit 216.
stanz 216.
emische Reactionen 215.
bstanz 216.
eutrale 28.
ng 30.
ung 270.
men 28.
ylus 130.
rm 167.
lüssigkeiten 144.
ter 232.
crementen 174.
Galle 157.
aaren 214.
larn 189.
autsalbe 175.
Knochen 202.
Lymphe 132.
ilch 139.
uskeln 218.
ervengewebe 225.
leim 147.
hweisse 177.
nssudaten 136.
chemischer 32.
ikalischer 31.
iologischer 31.
e, s. Oelsäure 34.
ren,
flüchtige 22.
ölige 33.
Fibrin 77.
Eigenschaften 77.
Gerinnung 113.
Ursprung 78.
Verhalten, physiologisches 78.
Vorkommen 78.
im Blute 113.
im Chylus 130.
im Harn 180.
in der Lymphe 132.
in Transsudaten 134.
Werth, physiologischer 79.
Fibroïn 82. 84.
Fischbein, s. Horngewebe 211.
Fleischflüssigkeit, s. Muskelsaft 219.
Fluorcalcium 88. 206.
Fruchtwasser, s. Transsudate 133.

G.

Galle 156.
Absonderungsgrösse 159. abhängig von der Art und Menge der Nahrungsmittel 169.
von Arzneimitteln 160.
von Krankheiten 161.
Bestandtheile, normale 157.
—, abnorme 158.
Bildung der Galle in der Leber 162.
Blasengalle 158.
Concremente 159.
Eigenschaften 156.
Function 161.
antiseptisch wirkend 161.
Chymuslösung unterstützend 161.
Fettresorption befördernd 161.
säuretilgend 161.
Gewinnungsweise 156.
Krankhafte Galle 159.
Lebergalle 158.
Zusammensetzung, quantitative 158.
Gallenbraun, s. Cholepyrrhin 67.
Gallenfarbstoff 67. 157.
im Blut 120.
im Darm 167.
im Erbrochenen 171.
in den Excrementen 173.
im Harn 190.
in den Transsudaten 136.

Gallenfett, s. Cholesterin 60.
Gallengrün, s. Biliverdin 67.
Gallensäure, s. Glykocholsäure 52.
im Blute 120.
im Darm 167.
im Erbrochenen 171.
in den Excrementen 173.
im Harn 190.
in den Transsudaten 136.
Gallerte, s. Glutin 82.
Gallussäure (als zufälliger Harnbestandtheil 187.)
Gase, *des*
Blutes 111.
Darmes 169.
Harnes 186.
Gehirn, s. Nervengewebe 219.
Gerbsäure (als *Gallussäure* im Harn) 187.
Gesetze
organischer Bewegungen 235.
Gichtknoten 55.
Globulin 73. 80.
Eigenschaften 80.
Vorkommen 81.
Werth, physiologischer 81.
Glucose, s. Krümelzucker 63.
Glutin 82.
im Bindegewebe 210.
im Knochenknorpel 203.
Glycerin 58.
Glycerinphosphorsäure 58.
im Blute 110.
im Nervengewebe 225.
Werth für den Stoffwechsel 254.
Glycin 44.
Glycinsäure 37. 38.
Glykocholsäure 50. 52.
Guanin 45. 49.

H.

Haargewebe 213.
Bestandtheile, chemische 214.
—, *histologische* 213.
Fasersubstanz 213.
Marksubstanz 214.
Oberhäutchen 213.
Mikrochemisches Verhalten 214.
Haematin 66. 110.
Haematoïdin 67.
Haematokrystallin 73. 81.
Eigenschaften 81.
Vorkommen in den Blutzellen 110.
Werth, physiologischer 81.
Halidbasen 56.
deren Salze 57.
Harn 178.
Absonderungsgrösse 181.
Bedingungen der Absonderung 191.
Bestandtheile, chemische 181.
abnorme 189.
Albumin 190.
Ammoniaksalze 190.
Buttersäure 190.
Caseïn 189.
Fett 189.
Gallenfarbstoff 190.
Gallensäuren 190.
Salpetersäure 190.
Zucker 189.
normale 181.
Ameisensäure 184.
Chloralkalien 185.
Eisen 186.
Extractivstoffe 184.
Farbstoffe 185.
Gase 186.
Harnsäure 183.
Harnstoff 181.
Mengen desselben 46. 181.
abhängig von der Blutbewegung 183. von der Nahrung 182.
Hippursäure 184.
Kieselsäure 186.
Kreatin 184.
Kreatinin 184.
Kynurensäure 184.
Milchsäure 184.
Omichmyloxyd 184.
Phosphate 186.
Säure, freie 186.
Sulphate 185.
Wasser 187.
Bestandtheile, morphotische 179.
Blutkörperchen 180.
Cystin 181.
Fadenpilze 180.
Fibrincoagula 180.
Harncylinder 179.
Monaden 180.
Saamenfäden 180.
Sarcina 180.
Schleimkörperchen 179.
Sedimente 180. von
Ammoniak, harnsaurem 180.
Cystin 181.
Harnsäure 54. 180.
Kalk, oxalsaurem 181.

Natron, harnsaurem 180.
Talkerde-Ammoniak, phosphorsaurem 181.
Vibrionen 180.
Bestandtheile, zufällige 187.
Concrementbildung 195.
Eigenschaften 176.
Einflüsse auf denselben,
pathologische 194.
physiologische 193.
Gährung, alkalische 179.
—, *saure* 178.
Mechanik der Harnabsonderung 191.
Sedimentbildung 178. 196.
Thierharn 194.
Zersetzung, spontane s. Gährung 178.
Harnbenzoësäure s. Hippursäure 52.
Harnfarbstoff 69. 185.
Harnoxyd, s. Xanthin 53.
Harnsäure 51. 53.
Entstehung 55.
Vorkommen 53.
im Blute 120.
im Harne 180. 183. 196.
Werth, physiologischer 55.
Harnsedimente 54. 180.
Harnstoff 45. 46.
Mengenverhältnisse 46. 181.
abhängig von der Blutbewegung 183.
— von der Nahrung 182.
Ursprung 47.
Vorkommen 47.
in den Augenflüssigkeiten 136.
im Blut 119.
im Erbrochenen 171.
in der Galle 158.
im Harn 181.
im Schweisse 177.
in Transsudaten 136.
Harnzucker, s. Krümelzucker 63.
Hautausdünstung, s. Schweiss 176.
Hautsalbe 173.
Absonderungsstätte 175.
Bestandtheile 175.
Ammoniakseife 175.
Fette 175.
Epithelium 175.
Mineralstoffe 176.
Proteïnkörper 175.
Zellen 175.
Hautsecrete, s. Schweiss 176.
Hippursäure 50. 52.
im Blute 120.
im Harn 183.
Hirn, s. Nervengewebe 219.
Histochemie 3. 199.
Einfluss der Mikrochemie 199.
Nothwendigkeit der Beachtung der Interstitialsäfte 200.
Schwierigkeiten d. Forschung 199.
Werth für die Physiologie 200.
Histogenetische Stoffe 69.
Constitution, theoretische (unbekannt) 69.
Eigenschaften 70.
Eintheilung 72.
Fäulnissfähigkeit 71.
Umwandlungsproducte 70.
Homologie,
Begriff derselben 17.
Horngewebe 211.
Bestandtheile, chemische 213.
Eigenschaften, allgemeine 211.
Verhalten, mikrochemisches 212.
—, *morphologisches* 211.
Hornstoff, vergl. 212.
Hufe, s. Horngewebe 211.
Hyocholinsäure 50. 52.
Hypoxanthin 51. 53.
im leuchaemischen Blute 128.

I.

Inanitionsversuche, s. Ernährung 312.
Infusorien
im Eiter 230.
im Harn 180.
in der Milch 139.
Inosinsäure 51. 53.
im Muskelsafte 219.
Inosit 65.
im Safte des Herzfleisches 219.

K.

Käsestoff, s. Caseïn 79.
Käseschleim, s. Hautsalbe 175.
Kalisalze, vorwiegend in den Blutzellen 101. 111.
im Eidotter 145.
in glatten Muskeln 216.
in quergestreiften Muskeln 218.

Kalk,
kohlensaurer 87.
Vorkommen 88.
in der Hautsalbe 176.
in den Knochen 205.
in thierischen Concrementen 150. 159. 174. 195.
im Speichel 87.
oxalsaurer 24.
im Harn als Sediment 181. 196.
phosphorsaurer 86.
im Harn 180.
schwefelsaurer, in der Hautsalbe 176.
Keratin, vergl. 212.
Kernfasern, s. Elastisches Gewebe 210. und Bindegewebe 209.
Kieselsäure 89.
Vorkommen 89.
im Blute 121.
im Haargewebe 214.
im Harn 186.
in den Knochen 202.
im Zahngewebe 206.
Knochengewebe 200.
Chemisches Verhalten,
allgemeines 202.
je nach Alter und Geschlecht 204.
der einzelnen morphotischen Bestandtheile 202.
fossiler Knochen 205.
in Krankheiten 205.
verschiedener Knochen desselben Individuums 204.
Histologisches Verhalten.
Knochenhöhlen 201.
Knochenknorpel 203.
Knochenkörperchen 201.
Knochenkörnchen 202.
Knochenlamellen 201.
Knochenmark 201.
Markcanälchen 201.
Knochenleim, s. Glutin 82.
Knorpelgewebe 207.
Chemische Bestandtheile 208.
Faserknorpel 208.
Histologische Beschaffenheit 207.
Quantitative Verhältnisse 209.
Knorpelleim, s. Chondrin 83.
Kohlenhydrate 62.
Bedeutung für den Stoffwechsel 250.
Nährwerth 299.
Verdauung 264.
Kohlensäure, s. Respiration 278.
Körnchenzellen,
im Eiter 147.
im Schleim 148.
in Transsudaten 147.
Korksäure 33.
Körperchen, cytoïde 229.
Krankheit, Bright'sche,
Blut 128.
Harn 179. 190.
Transsudate 133.
Kräfte *und Gesetze organischer Bewegungen* 235.
Kreatin 45.
im Blut 120.
im Harn 184.
im Muskelsaft 219.
Kreatinin 45. 46.
im Blut 120.
im Harn 184.
im Muskelsaft 219.
Krümelzucker 63.
Physiologische Verhältnisse und Vorkommen, s. Zucker.
Krystallsubstanz des Blutes, s. Haematokrystallin 110.
Kupfer 93.
Kyestheïn, s. Harn 193.
Kynurensäure (im Hundeharn) 184.

L.

Laurostearinsäure 21.
Lebenskraft 236.
Lebergalle 158.
Lecithin,
im Dotter 146.
im Nervengewebe 225.
Leim, thierischer, s. Glutin 82.
Leimzucker, s. Glycin 44.
Leucin 44.
Leuchaemie,
Blut 128.
Leucinsäure 37. 38.
Lienin 45. 49.
Lipinsäure 33.
Lipoïde 60.
Lipyloxyd 58.
Lipyloxydsalze 28.

Liquor amnios, s. Transsudate 133.
Lithofellinsäure 41.
in Darmconcrementen 175.
Lungenexhalation, s. Respiration 277.
Lungensäure 51. 53.
Lutidin 44.
Lymphe 131.
Bestandtheile, chemische 132.
—, *morphotische* 132.
Eigenschaften 131.
Gewinnungsweise 131.

M.

Magensaft 153.
Absonderungsgrösse 155.
Bestandtheile, chemische 154.
Mineralbestandtheile 154.
Pepsin 154.
Rückstand, fester 154.
Säure, freie 154.
Verdauungsprincip, sog. 154.
Eigenschaften 153.
Function 155.
Gewinnungsweise 153.
Künstlicher Magensaft 155.
Peptone 154.
Magnesia, s. Talkerde 88. 92.
Mangan 92.
Margarinsäure 21. 27.
Margaritinsäure 21.
Mekonium, s. Darminhalt, foetaler 170.
Melanin 68.
Melissinsäure 21.
Melissyloxyd 58.
Metacetonsäure 21. 25.
Methode,
chemisch-experimentelle 6.
physiologisch-experimentelle 7.
statistische 6.
Methyloxalsäure, s. Essigsäure 25.
Milch 138.
Absonderungsgrösse 141.
Analyse 141.
Bestandtheile, chemische 139.
normale 139.
Casein 139.
Fette 139.
Milchzucker 140.
Salze 140.
abnorme und zufällige 140.
Albumin 140.
Harnstoff 141.
Iodkalium 141.
Milchsäure 140.
Bestandtheile, morphotische 138.
normale
Colostrumkörperchen 139.
Milchkügelchen 138.
abnorme 139.
Blutkörperchen 139.
Epithelialzellen 139.
Faserstoffgerinnsel 139.
Infusorien 139.
Schleimkörperchen 139.
Colostrum 139.
Eigenschaften 138.
Gerinnung 138.
Rahmung 138.
Reaction 138.
Thiermilch 139.
Zusammensetzung, quantitative 139. 140.
Milchsäure 37.
Ursprung 39.
Vorkommen 38.
im Chylus 130.
im Darme 167.
in Exsudaten 230.
im Harn 184.
in der Lymphe 132.
im Magensaft 154.
in der Milch 140.
im Muskelsaft 216. 219.
im Schweisse (früher angenommen) 177.
in den Transsudaten 136.
Werth, physiologischer 39.
Milchsäuregruppe 37.
Milchzucker 64.
Ernährungswerth 299.
Ursprung 65.
Verdauung 268.
Vorkommen 65.
Mineralsubstanzen *im Thierkörper* 85.
Eintheilung derselben 85. in chemisch wirkende 89.
mechanisch nützende 86.
zufällige 91.
Molecularkräfte,
Beziehungen derselben zum Leben 236.
Verschiedenheit ihrer Wirkung auf organische Stoffe 237.
Monaden (im Harn) 180.
Mucin 147.

Muskelfasern, glatte, s. Faserzellen, contractile 215.
Muskelfasern, quergestreifte 216.
Bestandtheile, chemische 218.
Albumin 219.
Ameisensäure 219.
Caseïn 219.
Essigsäure 219.
Fette 218.
Inosit 219.
Kernsubstanz 218.
Kreatin 219.
Kreatinin 219.
Milchsäure 219.
Salze 219.
Syntonin (Fibrillensubstanz) 218.
Wasser 219.
—, *histologische* 316.
Fettkörnchen 218.
Kerne 217.
Primitivbündel 216.
Sarkolemma 216.
Mikrochemische Reactionen 217.
Muskelfibrin, s. Syntonin 79. 219.
Muskelsaft 219.
Zusammensetzung, quantitative 219.
Muskelzucker, s. Inosit 65. 219.
Myricin 58.
Myristinsäure 21. 27.
Myroxylinsäure 35.

N.

Nägel, s. Horngewebe 211.
Nährkraft, s. Ernährung 298.
Nahrungsmittel, s. Verdauung 274. und Ernährung 297.
Plastische Nahrungsmittel 243. 271. 274. 298.
Respirationsmittel 247. 251. 285. 299.
Natron, *harnsaures* 54. 180.
—, *kohlensaures* 90.
—, *phosphorsaures* 90.
Nervengewebe 219.
Bestandtheile, chemische 224.
Cerebrin 225.
Cholesterin 225.
Fette 225.
Lecithin 225.
Mineralstoffe 225.
Proteïnsubstanz 224.
Wassergehalt 226.
Bestandtheile, histologische 219.
Nervenfasern,
cerebrospinale 219.
sympathische 220.
Achsencylinder 220.
Corticalsubstanz 220.
Hüllenmembran 220.
Neurolemma 220.
Nervenzellen 220.
Hüllenmembran 221.
Kerne 221.
Kernkörperchen 221.
Constitution, chemische, der einzelnen morphotischen Bestandtheile 224.
Nervenfasern,
Achsencylinder 224.
Hüllenmembran 223.
Nervenmark 224.
Nervenzellen 224.
Hüllenmembran 224.
Inhalt 224.
Kerne 224.
Mikrochemische Reactionen 221.
Quantitative Verhältnisse 226.
Nitrile,
der Benzoësäuregruppe 36.
der Buttersäuregruppe 23.

O.

Oelsäure 33. 34.
Oenanthsäure 21. 26.
Ohrknorpel, s. Knorpelgewebe 208.
Ohrenschmalz, s. Hautsalbe 175.
Omichmyloxyd, s. Harn 184.
Oxalsäure 24.
Oxydationsprocess im Thierkörper 246.
durch Alkalien befördert 255.
Begrenzung desselben 256.
ersichtlich aus zufälligen Harnbestandtheilen 188.

P.

Paarung,
Begriff 16.
Bedeutung für den Stoffwechsel 254.
Palmitinsäure 27.
Palmitonsäure 21.
Pankreatischer Saft 163.
Absonderungsgrösse 164.

Bestandtheile, chemische 164.
Fett, butterartiges 164.
Mineralstoffe 164.
Proteïnkörper 163.
Eigenschaften 163.
Function 164.
Gewinnungsweise 163.
Paramylon 65.
Parotidensecret. s. Speichel 149.
Pelargonsäure 21. 26.
Pepsin 154.
Peptone 154. 272.
Perspiration 178.
Verhältniss zur Respiration 289.
Petinin 44.
Phenylamin 44.
Phenyloxydhydrat 59.
Phenylsäure 59.
Phlegmatochemie 3. 97.
bildet die Grundlage der Stoffwechselbetrachtung 98.
Erfordernisse einer gedeihlichen Untersuchung 97.
Schwierigkeiten der Erforschung 97.
Phosphate 88. 90.
Bedeutung für den Stoffwechel 253.
Vorkommen
im Blute 101. 111.
im Dotter 145.
im Harn 186.
im Muskelsafte 216. 219.
in Transsudaten 136.
Pikolin 44.
Pimelinsäure 33.
Plasma, s. Blut 100.
Plastische Nahrungsmittel 243. 271. 274. 298.
Plethora,
Blut 127.
Processe, zoochemische 235.
Proteïnkörper 73.
Abkömmlinge derselben 72. 82.
Constitution 73.
Eigenschaften,
der löslichen 74.
der unlöslichen 75.
Gerinnungsprocess 74.
Homologie 75.
Modificationen 73.
Nährwerth 298.
Verdaulichkeit 274.
Verdauung 271.
Werth für den Stoffwechsel 243.
Ptyalin, s. Speichel 149.
Pyaemie,
Blut 128.
Pyin, s. Eiter 232.
Pyridin 44.

R.

Radicâle, Begriff derselben 14.
negative 15.
positive 16.
Reihen, homologe 18.
Resorption, s. Verdauung 161.
Respiration 276.
Bedingungen des Gaswechsels 276. 290.
Charakteristik, allgemeine des Gaswechsels 277.
Einflüsse der Aussenwelt auf den Gaswechsel 281.
Feuchtigkeit der Atmosphaere 282.
Jahreszeiten 283.
Luftdruck 282.
Tageszeiten 283.
Temperatur 282.
Einflüsse innerer Zustände des Organismus 283.
Abstinenz von Nahrung 283.
Alter 287.
Bewegung, körperliche 287.
Erwachen 287.
Geschlecht 287.
Nahrungsmittel,
deren chemische Natur 284.
deren Menge 286.
Spirituöse Getränke 287.
Verdauung 283.
Winterschlaf 287.
Kohlensäuregehalt der Exspirationsluft 277. 278. abhängig von der
Frequenz der Athemzüge (Formeln) 278.
Hemmung des Athmens 281.
Krankheiten 290.
Tiefe der Athemzüge 280.
Kohlensäuregehalt der Luft der Lungenbläschen 280.
In Krankheiten 290.
Künstliche Luftgemenge, Athmen in denselben 281.
Kohlensäurereiche Luft 281.
Sauerstoffreichere Luft 281.
Stickstoffoxydulgas 281.

Stickstoffreichere Luft 281.
Wasserstoff- und Sauerstoffgemenge 281.
Mengen der in bestimmten Zeiten verbrauchten und producirten Gase 278.
Methoden der Versuche 277.
Respiratorische Aequivalente 285.
Verwerthung derselben zur Beurtheilung des Stoffwechsels (Formeln) 286.
Der Thiere 288.
Amphibien 288.
Eier der Vögel 288.
Fische 289.
Hautathmende Thiere 289.
Insecten 289.
Regenwürmer 289.
Säugethiere 288.
Vögel 288.
Theorie 290.
Absorptionsgesetze 294.
Bedingungen, mechanische, des Athmens 290.
Bildungsstätte der Kohlensäure 291.
bei der Berührung des Capillarbluts mit den Organen 292.
im Blute selbst 293.
im Parenchym der Organe 291.
Diffusion als Ursache des Gaswechsels in den Luftwegen 290.
Permeabilität der Membranen in Bezug auf den Gaswechsel 295.
Zustand der Gase im Blute 292.
Verhältniss zur Perspiration 289.
Wärme, thierische, (als Folgeerscheinung der Respiration und des Stoffwechsels) 295.
Zusammensetzung der Exspirationsluft 278.
Respirationsmittel 247. 251. 285. 299.
Rheumatismus,
Blut 129.
Rhodannatrium 93.
im Harn 188.
im Speichel 93. 149.
Riechstoffe (als zufällige Bestandtheile *des Harns*) 188.

S.

Saame, thierischer, s. Sperma 141.
Säfte, thierische, s. Phlegmatochemie 97.
Salicin, dessen Umwandlung im Körper, s. Harn 188.
Salicylige Säure, *im Harn* nach Salicingenuss 188.
Salicylsäure 35. 36. 37.
im Harn nach Salicingenuss 188.
Salicylwasserstoff 35. 37.
Salpetersäure (im Harn) 180.
Salze, anorganische 85.
Bedeutung für den Stoffwechsel 253.
Salzsäure. s. Chlorwasserstoffsäure 89.
Sarcina,
im Harn 180.
im Mageninhalt 171.
Sarkosin 44.
Sauerkleesäure, s. Oxalsäure 24.
Säure, freie,
deren Bedeutung für den Stoffwechsel 252.
im Harn 186.
im Magensafte 154.
Säure, harnige, s. Xanthin 53.
Säure, gepaarte, stickstoffhaltige 50.
—, — stickstofflose 40.
—, organische, stickstofffreie 21.
Schildpatt, s. Horngewebe 211.
Schleim 146.
Bestandtheile, chemische 147.
Albumin 148.
Fett 148.
Schleimstoff 147.
Mineralstoffe 148.
—, *morphotische* 146.
Blutkörperchen 147.
Entzündungskugeln 147.
Epithelialzellen 146.
Fetttröpfchen 147.
Fibrincoagula 147.
Körnchenhaufen 147.
Körnchenzellen 147.
Molecularkörnchen 147.
Schleimkörperchen 146.
Eigenschaften 146.
Reaction 148.
Schleimgewebe 210.

Schleimkörperchen 146.
Beschaffenheit, chemische, s. cytoïde Körperchen 229.
Vorkommen
im Erbrochenen 171.
in den Excrementen 174.
im Harn 179.
in der Galle 156.
im Speichel 150.
im Schleim 146.
Schleimstoff 147.
Schleimzucker, s. Krümelzucker 63.
Schweiss 176.
Absonderungsgrösse 178.
Bestandtheile, chemische 176.
Alkalichloride 176.
Alkaliphosphate 177.
Ammoniaksalze (Zersetzungsproducte) 177.
Erdphosphate 177.
Eisenoxyd 177.
Fette 177.
Flüchtige Fettsäuren 277.
Gase 178.
—, *morphotische* 176.
—, *zufällige* 177.
Benzoësäure 177.
Farbstoffe 177.
Harnstoff 177.
Zimmtsäure 177.
Eigenschaften 176.
Gewinnungsweise 176.
Scorphulose,
Blut 129.
Serolin 60. 61. 119.
Serumcaseïn 80. 119.
Skorbut,
Blut 129.
Smegma praeputii 175.
Speckhaut, s. Blut 116.
Speichel, gemischter 148.
Absonderungsgrösse 151.
Bestandtheile, abnorme 150.
—, *normale* 150.
Concremente 150.
Eigenschaften 148.
Function 151.
chemische 152.
dynamische 153.
mechanische 151.
passive 153.
Gewinnungsweise 149.
Mundschleimhautsecret 150.
Parotidenspeichel 149.
Bestandtheile 149.
Kalisalz einer flüchtigen Fettsäure 149.
Mineralstoffe 150.
Ptyalin 149.
Rhodankalium 149.
Eigenschaften 149.
Reaction 150.
Submaxillardrüsensecret 150.
Speicheldiastase 152.
Speichelfluss 150.
Speichelstoff 149.
Speichelsteine 150.
Sperma 141.
Bestandtheile, chemische 142.
Saamenflüssigkeit 142.
Salze 143.
Spermatin 142.
—, *morphotische* 142.
Saamenfäden 142. 180.
Saamenkörnchen 142.
Eigenschaften 141.
Erkennungsweise 143.
Gewinnungsmethode 142.
Spermatin, s. Sperma 142.
Spermatozoïden, s. Saamenfäden 142.
im Harn 180.
Stearinsäure 21. 27.
Stickstoffhaltige Stoffe, *basische und indifferente* 42.
nach dem Typus des Ammoniaks 42.
nach dem Typus des Cyans 43.
Stoffwechsel, allgemeiner, 242.
Beziehungen seiner einzelnen Factoren zu einander 242.
Grösse desselben 312.
Oxydationsprocess 246.
durch Alkalien unterstützt 255.
Begrenzung desselben 256.
ersichtlich an zufälligen Harnbestandtheilen 187.
Vertheilung von Säure und Alkali 254.
Verwendung
der Alkalien im Blute 255.
Einwirkung auf das Albumin 256.
— auf die Fette 255.
— auf den Leim 256.
— auf die organischen Säuren 255.
— auf den Zucker 255.
als Oxydationsmittel 255.

des Chlornatriums 256.
Bildung von Chlorkalium 257.
— — freier Salzsäure 257.
Einwirkung auf den Harnstoff 257.
— — die Proteïnkörper 257.
— — den Zucker 257.
Wichtigkeit für den mechanischen Stoffwechsel 257.
— — die Zellenbildung 258.
der Fette 246.
Ablagerung derselben in besonderen Zellen 247.
Erzeugung derselben im lebenden Körper 249.
Oxydation derselben 246.
Respirationsmittel 247.
Umwandlung fettfreier stickstoffhaltiger Substanzen in Fett 249.
Verwendung zur Bildung der Gallensäuren 248.
Wesentliche Bestandtheile des Nervengewebes 248.
der Kalisalze 253.
Gegensatz zwischen Säure und Alkali 254.
der Phosphate 253.
der Proteïnkörper 243.
als Bildungsmaterial für alle stickstoffhaltigen nicht eiweissartigen Stoffe 244.
Einwirkung des Sauerstoffs auf dieselben 245.
als Grundlage der lebensthätigsten Gewebe 244.
der Säuren, freier 252.
Bildung saurer Phosphate 253.
Erregung gewisser Diffusionsströme 253.
Gepaarte Phosphorsäuren 254.
Zusammenhang mit der Muskelfunction 253.
des Zuckers 250.
Entstehung des Fettes aus Zucker 252.
Lösungsmittel 252.
Respirationsmittel 251.
Umwandlung in Säuren 251.
Vorkommen, allgem. 250.
Wärme, thierische (als Folgeerscheinung des gesammten Stoffwechsels 295.
Stoffwechsel beim Dursten 314.
— bei der Entwickelung 314.
— beim Feistwerden 315.
— intermediärer 316.
Substitutionstheorie 15.
Substrate, organische 11.
Sulphate, s. Alkalien, schwefelsaure 92.
im Harn 185.
Syntonin 73. 79.
Vorkommen
in den contractilen Faserzellen 216.
in den quergestreiften Muskeln 218.
Systeme der theoretischen Chemie 13.
Werth derselben für die Physiologie 20.

T.

Talkerde,
kohlensaure 92.
phosphorsaure 88.
im Harn 186.
in den Knochen 202.
Talkerde-Ammoniak, phosphorsaures,
in Darmsteinen 174.
in Excrementen 172.
in Harnsedimenten 181. 196.
Taurin 45. 49.
Taurocholsäure 50. 52.
Tauryloxydhydrat 59.
Taurylsäure 59.
Tischlerleim, s. Glutin 82.
Toluylsäure 35.
Transsudate 132.
normale.
Absonderungen seröser Häute 133.
Humor aqueus des Auges 133.
Liquor amnios 133.
abnorme im Parenchym der Organe oder in Höhlen 133.
Inhalt von Vesicatorblasen 133.
Mundsecret, blutzellenfreies 133.
Bedingungen des Albumingehaltes 134.
Bedingungen des Entstehens 133.
Begriffsbestimmung 132.

Bestandtheile, chemische 133.
Ammoniaksalze (Zersetzungsproducte) 137.
Albumin 134.
Cholesterin 136.
Extractivstoffe 135.
Fette 136.
Fibrin 134.
Gallenbestandtheile 136.
Gase 137.
Harnstoff 136.
Salze 136.
Zucker 136.
Bestandtheile, morphotische 133.
Eigenschaften 133.
Traubenzucker, s. Krümelzucker 63.
Trimethylamin 43.
Tuberculose,
Blut 129.
Galle 159.
Respiration 290.
Typhus,
Blut 128.
Excremente 172.
Galle 159.
Respiration 290.
Tyrosin 44.

V.

Valeral 22.
Valyloxalsäure, s. Baldriansäure 21.
Verdauung 259.
Aufsaugung der Cellulose 270.
— *des Chondrins* 271.
— *des Curarins* 271.
— *des Dextrins* 269.
— *des Emulsins* 271.
— *der Fette* 270.
— *von Giften, gewissen thierischen* 271.
— *des Glutins* 271.
— *des Gummi's* 269.
— *des Inulins* 269.
— *des Krümelzuckers* 264.
Gesetze der Aufsaugung 265.
Die Menge, welche resorbirt wird, steht in gradem Verhältniss zur Concentration der Lösung 266; ist unabhängig vom Flächeninhalt des Darms 266. Uebereinstimmung mit endosmotischen Gesetzen 267.
Aufsaugung des Milchzuckers 268.
— *des Pflanzenschleims* 269.
— *der Proteïnkörper* 271.
Umwandlung in Peptone 272.
Wiederherstellung des Albumins im Chylus 272.
— *des Rohrzuckers* 268.
— *des Stärkmehls* 268.
Umwandlung, allmählige, in Zucker durch die Darmsäfte 268.
Aufsaugung durch die Blutgefässe 263. 265. 270.
— *durch die Chylusgefässe* 262. 265. 270.
Untersuchungsmethoden 263.
Aufsaugungsvermögen, abhängig von den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Stoffe 259.
Bedingungen, mechanische, der Resorption 261.
Einfluss der Blutbewegung 261.
— des Concentrationszustandes 261.
— des Gegensatzes der Reaction 261.
Begriffsbestimmung 259.
Beziehungen zwischen Aufsaugbarkeit einer Substanz und den Verdauungssäften 260.
Eintheilung der Verdauungsobjecte 260.
Erklärung des Processes 260.
Extensität desselben 273.
Gesetze der Aufsaugung (des Zuckers) 265.
Mengen der absorbirten Nährstoffe 274.
Mengen der Verdauungssäfte 273.
Schwierigkeiten der Resorption gewisser Stoffe 262.
Verdaulichkeit der Nahrungsmittel 274.
Vernix caseosa, s. Hautsalbe 175.
Vibrionen,
im Harn 180.
in der Milch 139.
im Schleime 147.
Vitellin, s. Caseïn 80. 144.

W.

Wärme, thierische 295.
Wallrathfett, s. Cetyloxyd 58.

Wasserstoffoxalsäure, siehe Ameisensäure 21. 25.

X.

Xanthicoxyd, s. Xanthin 53.
Xanthin 51. 53.
im Harn 196.

Z.

Zahngewebe 206.
Caement 207.
Schmelz 206.
Zahnbein 206.
Zähne verschiedener Thiere 207.
Zellgewebe, s. Bindegewebe 209.
Zimmtsäure 36.
in den Harn übergehend als Hippursäure 188.
im Schweisse 177.
Zoochemie 11.
Zucker 63.
Bedeutung desselben für den Thierkörper, s. Stoffwechsel 250.
Nährwerth 299.
Quellen des Zuckers bilden
die Leber 64. 250.
die Nahrungsmittel 64. 250.
Resorptionsverhältnisse 264.
Umwandlung im Blute 255.
Verdauung 264.
Vorkommen 63.
in der Amnios- und Allantoïsflüssigkeit 64. 136.
im Blutserum 118.
im Chylus 130.
im Darme 167.
im Eie 144.
im Eiter 231.
im Erbrochenen 172.
in Excrementen 174.
im Harn 63. 189.
im Schweisse 177.
im Speichel 150.
in Transsudaten 136.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

